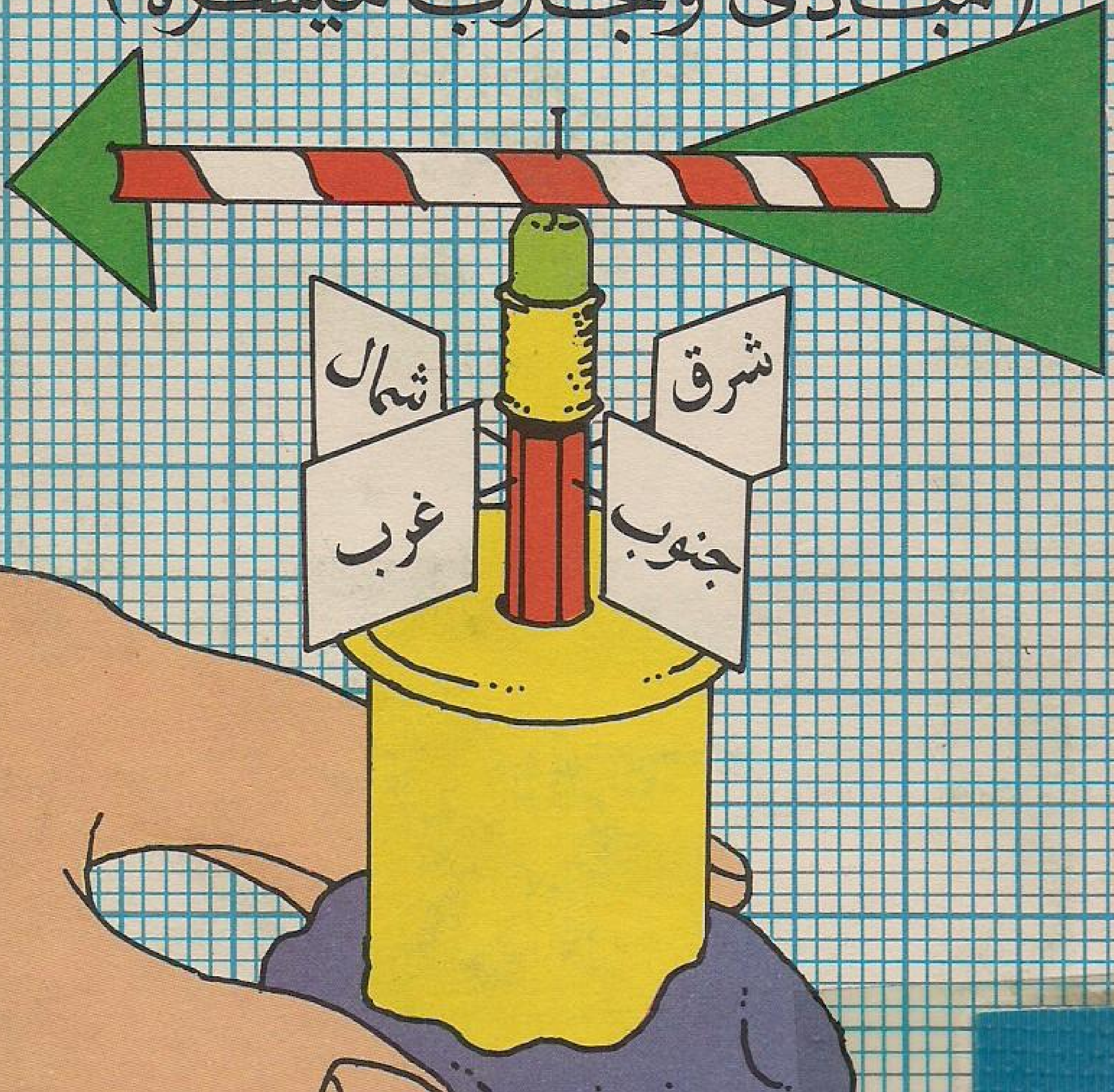
سلسلة
"العلوم للناشئين"

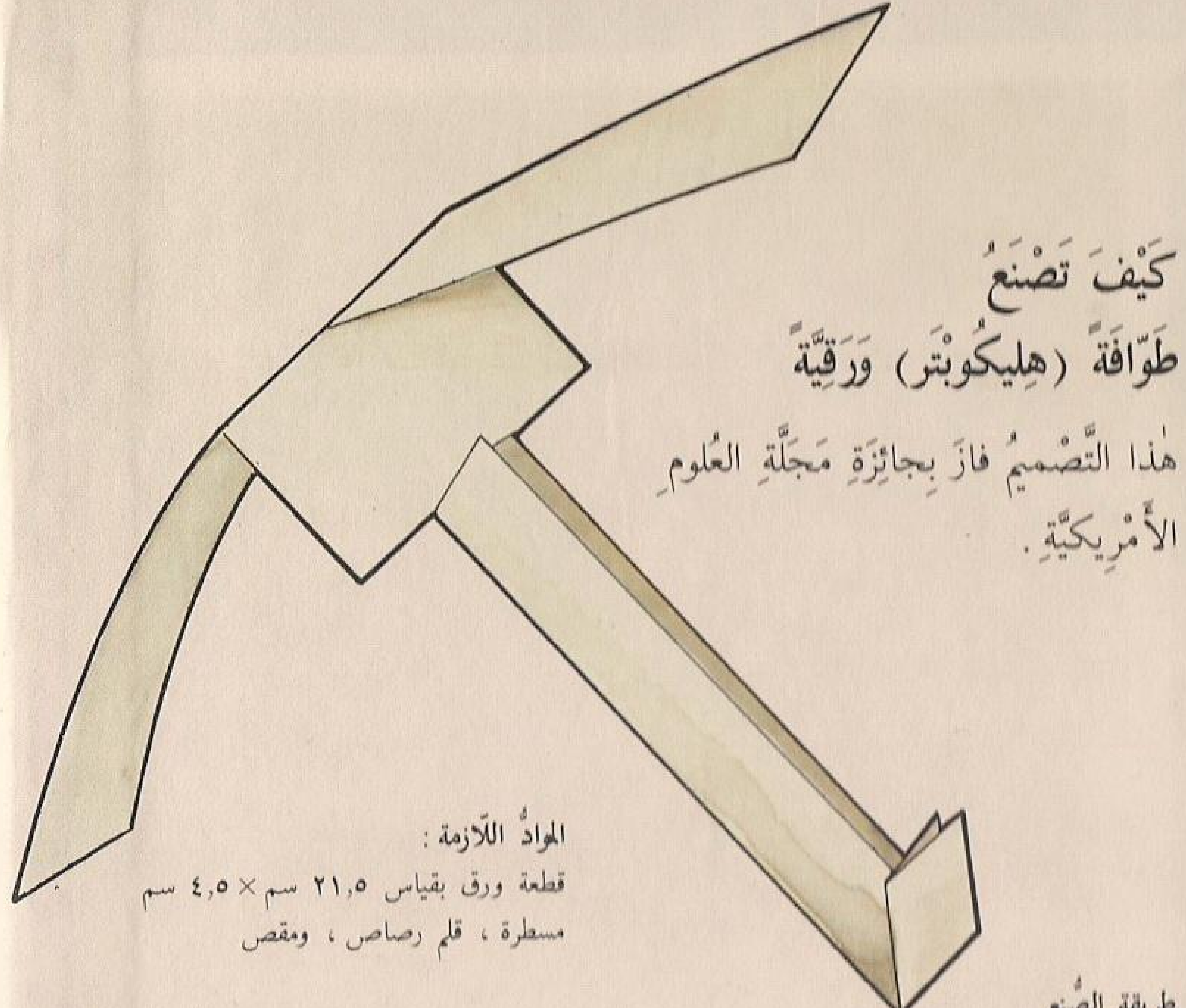
الحَرَكِيّاتُ الهَوائيَّة

(مَبَادِئ وتجارِبُ مُيَسَّرَة)



كَيْفَ تَصْنَعُ
طَوّافَةً (هِلِيكُوبْتَر) وَرَقِيَّةً

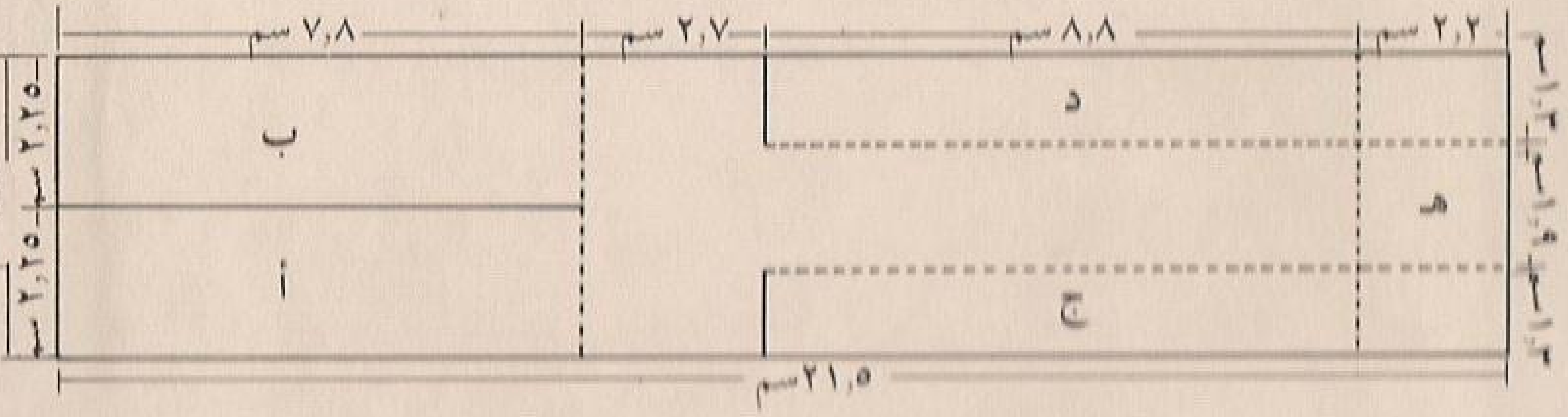
هٰذا التَّصْميمُ فازَ بِجائِزَةِ مَجَلَّةِ العُلومِ الأَمْريكيَّةِ.



المَوادُّ اللّازِمةُ :

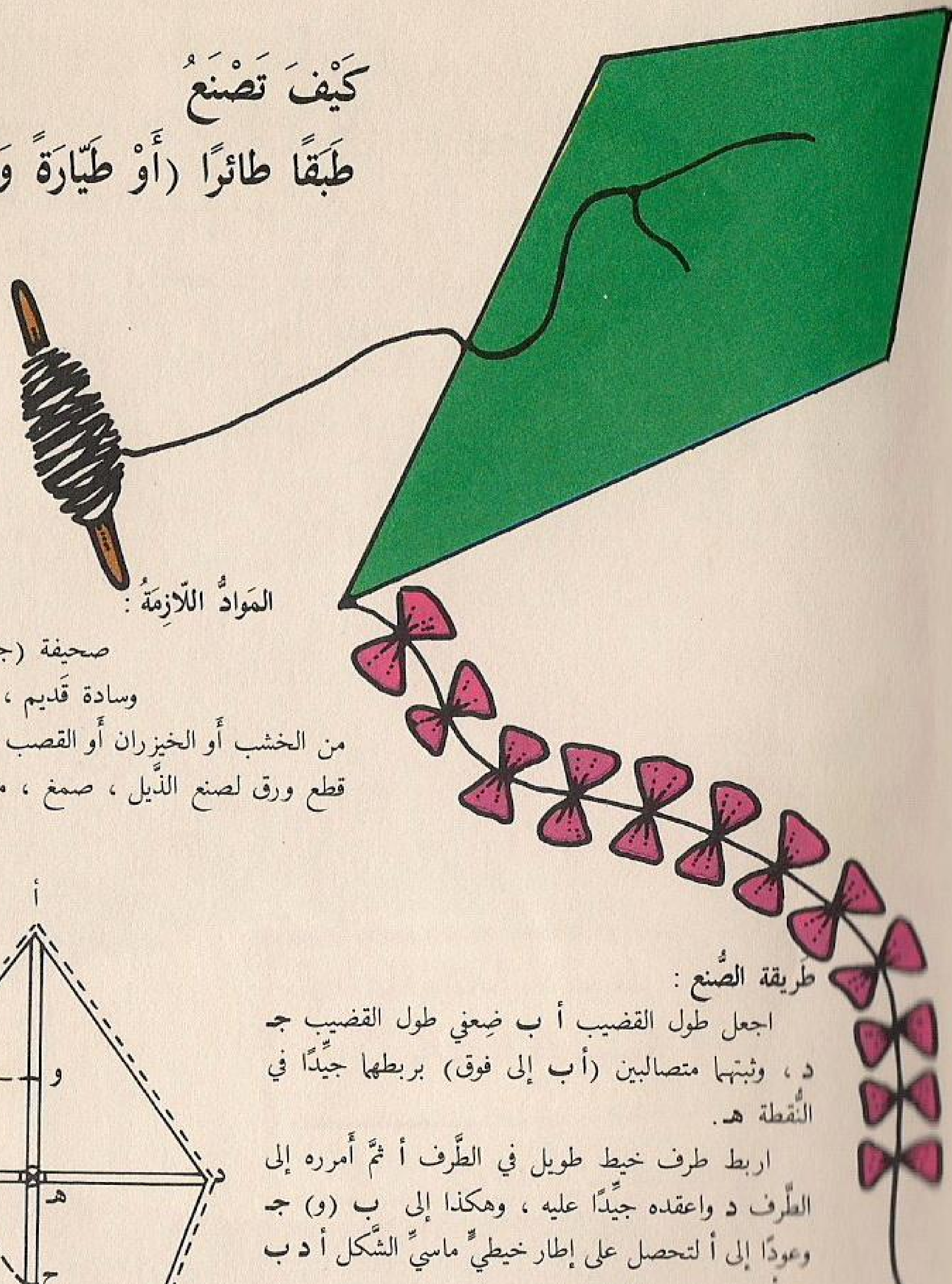
قطعة ورق بقياس ٢١,٥ سم × ٤,٥ سم
مسطرة ، قلم رصاص ، ومقص

طريقة الصُّنع



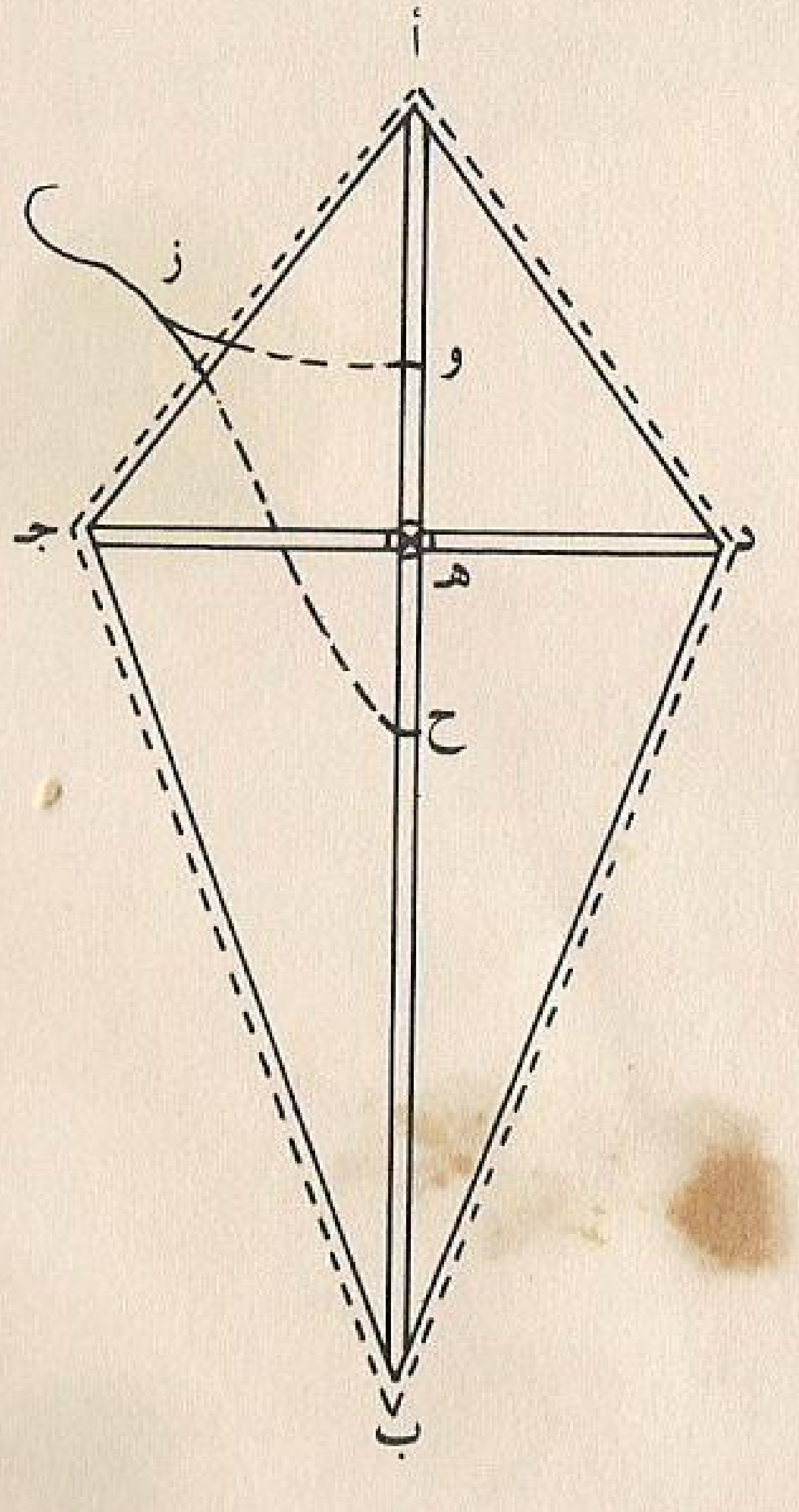
اقطع الورقة عبر الخطوط المصمتة . اطو الجزء أ إلى الأمام ثم اطو القسم ب إلى الخلف.
اطو القسم ج إلى الدّاخل ثُمَّ اطو القسم د مراكبًا له.
اطو القسم هـ إلى أعلى.
اطلق الطوافة بإسقاطها من مكان عالٍ ، ولاحظ شكل حركتها في الهواء.

كَيْفَ تَصْنَعُ
طَبَقًا طائرًا (أَوْ طَيّارَةً وَرَقِيَّةً)



المَوادُّ اللّازِمَةُ :

صحيفة (جريدة) أو غِطاءُ وسادة قديم ، قضيبان رفيعان من الخشب أو الخيزران أو القصب ، كبَّة خيوط ، قطع ورق لصنع الذَّيل ، صمغ ، مقصٌّ ، خيوط .



طَريقة الصُّنع :

اجعل طول القضيب **أ ب** ضِعفي طول القضيب **جـ د** ، وثبتهما متصالبين (**أ ب** إلى فوق) بربطهما جيِّدًا في النُّقطة **هـ**.

اربط طرف خيط طويل في الطَّرف **أ** ثمَّ أمرره إلى الطَّرف **د** واعقده جيِّدًا عليه ، وهكذا إلى **ب** (و) **جـ** وعودًا إلى **أ** لتحصل على إطار خيطيٍّ ماسيِّ الشَّكل **أ د ب جـ أ**.

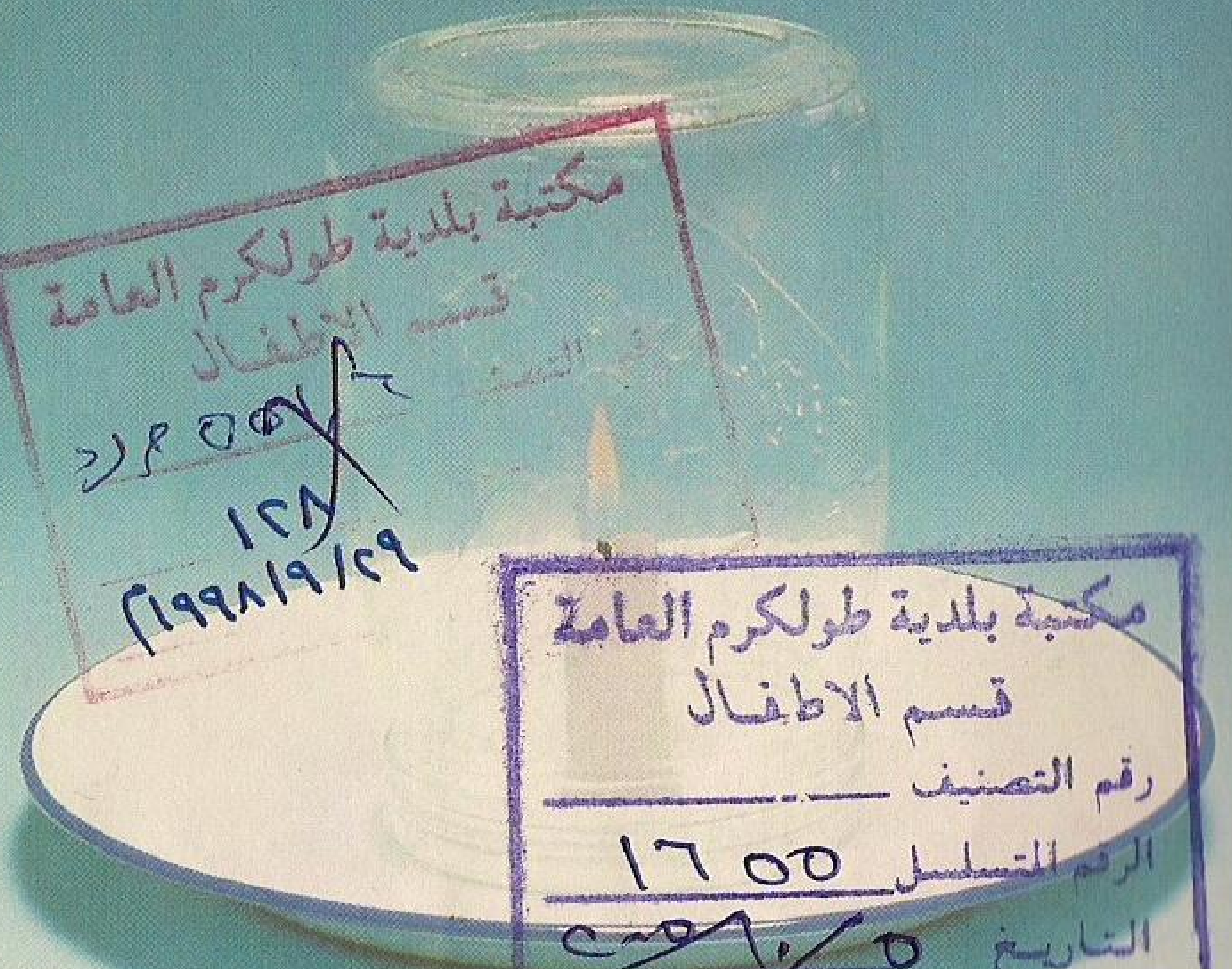
استخدم هذا الإطار لقصِّ نموذج مشاكل من الورق أو القماش زائدًا حاشية عرضها ٢,٥ سم حولِ محيط الإطار كله . اطْوِ الحاشية على طول الخيط وصمِّغها فوقه .

إصْنع الذَّيل بربط خيط حول قطع من الورق لتحصل على سلسلة فراشيَّة الشكل منها . ثم ثبِّت هذا الذَّيل في الطَّرفِ ب من الطَّبق الطّائر . اقلب الطَّبق واثقب ثقبين دقيقين في و (و) ح . أسلك قطعة خيط في كلِّ ثقب واربطهما جيِّدًا بالقضيب **أ ب** في و (و) ح . اعقد قطعتي الخيط في النقطة ز ثمَّ صل بها كبة الخيوط .

سلسلة "العلوم للناشئين"

الحَرَكِيّاتُ الهَوائِيَّةُ

(مَبادِئُ وتَجارِبُ مُيَسَّرَةٌ)



وَضْع : جون پول وَأحمد الخطيب
رُسُوم : روبرت آيتون

مكتبة لبنان

إنَّ مُعْظَمَ المُعَدّاتِ الَّتي تَحْتاجُها لِلْقِيامِ بِالتَّجارِبِ والاِخْتِباراتِ الوارِدَةِ في هٰذا الكِتابِ سَهْلَةُ المُتَناوَلِ مَأْمونَةُ الاِسْتِعْمالِ. اِحْتَفِظْ دَوْمًا بِدَفْتَرٍ تُسَجِّلُ فيهِ مُلاحَظاتِكَ – فَمِنَ الأُمورِ المُهِمَّةِ في مَجالِ الاِخْتِبارِ والتَّجارِبِ مُلاحَظَةُ ما يَحْدُثُ في تَجْرِبَةٍ ما لِمُقارَنَتِهِ بِما يَحْدُثُ في تَجْرِبَةٍ تالِيَةٍ. ولِهٰذا السَّبَبِ يَحْتَفِظُ العُلَماءُ بِسِجِلٍّ يُدَوِّنونَ فيهِ نَتائِجَ أَبْحاثِهِمْ. وجَديرٌ بِكَ، أَيُّها الناشِئُ العَزيزُ، التَّشَبُّهُ بِالعُلَماءِ!



يُحيطُ بنا الهواءُ مِنْ كُلِّ جانبٍ – فهْوَ يَلُفُّ كَوْكَبنا كدِثارٍ سَميكٍ. ونَحْنُ وإنْ كُنّا لا نَرى الهواءَ فإنّا نرى فِعْلَهُ في اكْتِساحِ الأوْراقِ ورَفْرَفةِ الأعْلامِ وتَدْويمِ دُخانِ المَداخِنِ، كَما نُحِسُّ بِهِ يَلْفَحُ وُجوهَنا وأَيْدينا وأَرْجُلَنا في الأيّامِ العاصِفَةِ.

وقَدْ ظَلَّ العُلَماءُ يَعْتَقِدونَ بعُنْصُريَّةِ الهَواءِ حتّى عامِ ١٦٧٠ حينَ اكْتَشَفَ بَعْضُ العُلَماءِ وُجودَ غازَيْنِ على الأقَلِّ في تكْوينِهِ. وحَدا ذلِكَ إلى مَزيدٍ مِنَ البَحْثِ ثَبَتَ بِهِ أنَّ الهواءَ مَزيجٌ مِنْ أكْثَرَ مِنْ غازَيْنِ. ونَحْنُ نَعْلَمُ اليَوْمَ أنَّ الهواءَ يتكوَّنُ مِنْ عِدَّةِ غازاتٍ – يُؤَلِّفُ مِنْها الأكْسجينُ حوالى ٢١٪ والنِّتروجينُ ٧٨٪ والأرغونُ نحْوَ ١٪. ويَحْوي الهواءُ إلى جانِبِ هذِهِ الغازاتِ الثَّلاثةِ كمِّيّاتٍ قليلةً مِنْ ثاني أُكسيدِ الكَرْبونِ وبُخارِ الماءِ ومَقاديرَ ضئيلةً مِنْ غازاتٍ نادِرةٍ أرْبَعةٍ هِيَ الهِلْيوم والنِّيون والزِّنون والكرِپتون.

والأُكْسجينُ هُوَ غازُ الحَياةِ في الهَواءِ الَّذي يَلُفُّ الأرْضَ بسُمْكٍ يُقارِبُ ٧٢ كيلومترًا لا يَتكافأُ فيهِ توزُّعُ الغازاتِ. فالهَواءُ في الطَّبَقاتِ العُلْيا يَقِلُّ كثيرًا بحَيْثُ يَعودُ الأُكسجينُ فيهِ غَيْرَ كافٍ للتَّنفُّسِ. ولِذا يَحْتاجُ الطَّيّارونَ ومُتَسلِّقو الجبالِ العاليَةِ إلى مَدَدٍ مِنَ الأُكْسجينِ لِلتَّنفُّسِ وإلّا انْهاروا لِنَقْصِ الأُكسجينِ في الدَّمِ وخَلايا الجِسْمِ.

الهواءُ عِمادُ الحَياةِ

أَوْقِفْ نفَسَكَ لَحْظَةً وأنْتَ بكامِلِ الانْتباهِ، ثُمَّ اشْهَقْ عَبْرَ الفَمِ. هَلْ تَشْعُرُ بالهَواءِ يَضْرِبُ داخِلَ وَجْنَتَيْكَ وسَقْفَ حَلْقِكَ؟ إلى أيْنَ يَسْري الهَواءُ بَعْدَ ذلِكَ؟

عِنْدَ الشَّهيقِ يُسْحَبُ الهَواءُ مِنَ الأنْفِ والفَمِ عَبْرَ القَصَبةِ الهَوائيَّةِ إلى الرِّئتَيْنِ وهُما عُضْوانِ كَبيرانِ إسْفَنْجيّا البِنْيَةِ.



وعَمَليَّتا الشَّهيقِ والزَّفيرِ مُنْتَظِمَتانِ ومُتَساوِيَتا التَّواتُرِ. حاوِلْ تَقْديرَ تَواتُرِ الزَّفيرِ (أَوِ الشَّهيقِ) في الدَّقيقَةِ. في هَواءِ الزَّفيرِ تَقِلُّ نِسْبَةُ الأُكسجين بَيْنَما تَرْتَفِعُ نِسْبَتا ثاني أُكْسيدِ الكَرْبونِ وبُخارِ الماءِ، أَمّا النِّتروجينُ فلا يَطْرَأُ عَلَيْهِ تَغْييرٌ في عَمَلِيَّةِ التَّنَفُّسِ. فإذا اجْتَمَعَ أُناسٌ في غُرْفَةٍ مُغْلَقَةِ النَّوافِذِ سَيِّئَةِ التَّهْوِيَةِ سُرْعانَ ما تَتَزايَدُ كَمِّيَّةُ ثاني أكسيدِ الكَرْبونِ في هَواءِ الغُرْفَةِ فيَشْعُرُ الحاضِرون بالوَهَنِ والنُّعاسِ. وهٰكذا فإنَّ هَواءَ المُدُنِ المُزْدَحِمَةِ (حَيْثُ تَقْذِفُ المَداخِنُ والمُحَرِّكاتُ بالدُّخانِ وثاني أُكْسيدِ الكَرْبونِ) لا يُضاهي هَواءَ الأَرْيافِ نَقاءً وصِحَّةً. وتَعْمَلُ الحِراجُ والنَّباتاتُ الخَضْراءُ (في عَمَلِيَّةِ التَّمْثيلِ الضَّوْئِيِّ لِصُنْعِ الغِذاءِ) على تَنْقِيَةِ الهَواءِ مِنْ ثاني أُكْسيدِ الكَرْبونِ وإضافَةِ الأُكسجينِ إِلَيْهِ.



يُمْكِنُ تَبْيانُ وُجودِ ثاني أُكسيدِ الكَرْبونِ في هَواءِ الزَّفيرِ بِالنَّفْخِ في وِعاءٍ يَحْوي ماءَ الجيرِ الصّافي عَبْرَ قَشَّةِ شُرْبٍ حَيْثُ يَبْيَضُّ المَحْلولُ وَيَتَعَكَّرُ. ولِتَحْضيرِ مَحْلولِ ماءِ الجيرِ الصّافي ذَوِّبْ مِلْعَقَةً صَغيرَةً مِنَ الجيرِ المُطْفَإِ في كَأْسِ ماءٍ واتْرُكْهُ حتى يَصْفُوَ ثُمَّ صَفِّقْهُ في كَأْسٍ أُخْرى لإِجْراءِ الاخْتِبارِ.

والنَّباتاتُ كالحَيَواناتِ أَيْضًا تَتَنَفَّسُ الأُكْسجينَ مِنَ الهَواءِ مُباشَرَةً، لكِنَّ الأَسْماكَ وسِواها مِنَ الأَحْياءِ المائِيَّةِ تَعْتَمِدُ في تَنَفُّسِها على الهَواءِ الذّائِبِ في الماءِ. فالسَّمَكَةُ تَعُبُّ الماءَ بِفَمِها وتُخْرِجُهُ عَبْرَ خَياشيمِها حَيْثُ تَتِمُّ عَمَلِيَّةُ تَبادُلٍ بَيْنَ أُكسجينِ الهَواءِ الذّائِبِ في الماءِ وبَيْنَ ثاني أُكسيدِ الكَرْبونِ في الدَّمِ. والمَعْروفُ أَنَّ كَمِّيَّةَ الهَواءِ الذّائِبِ في الماءِ قَليلَةٌ جِدًّا إِذْ لا يَتَجاوَزُ ما يَذوبُ مِنْهُ في حَوْضِ سَمَكٍ كَبيرٍ فِنْجانًا مِنَ الهَواءِ!



التَّنَفُّسُ أَساسِيٌّ لِكُلِّ كائِنٍ حَيٍّ



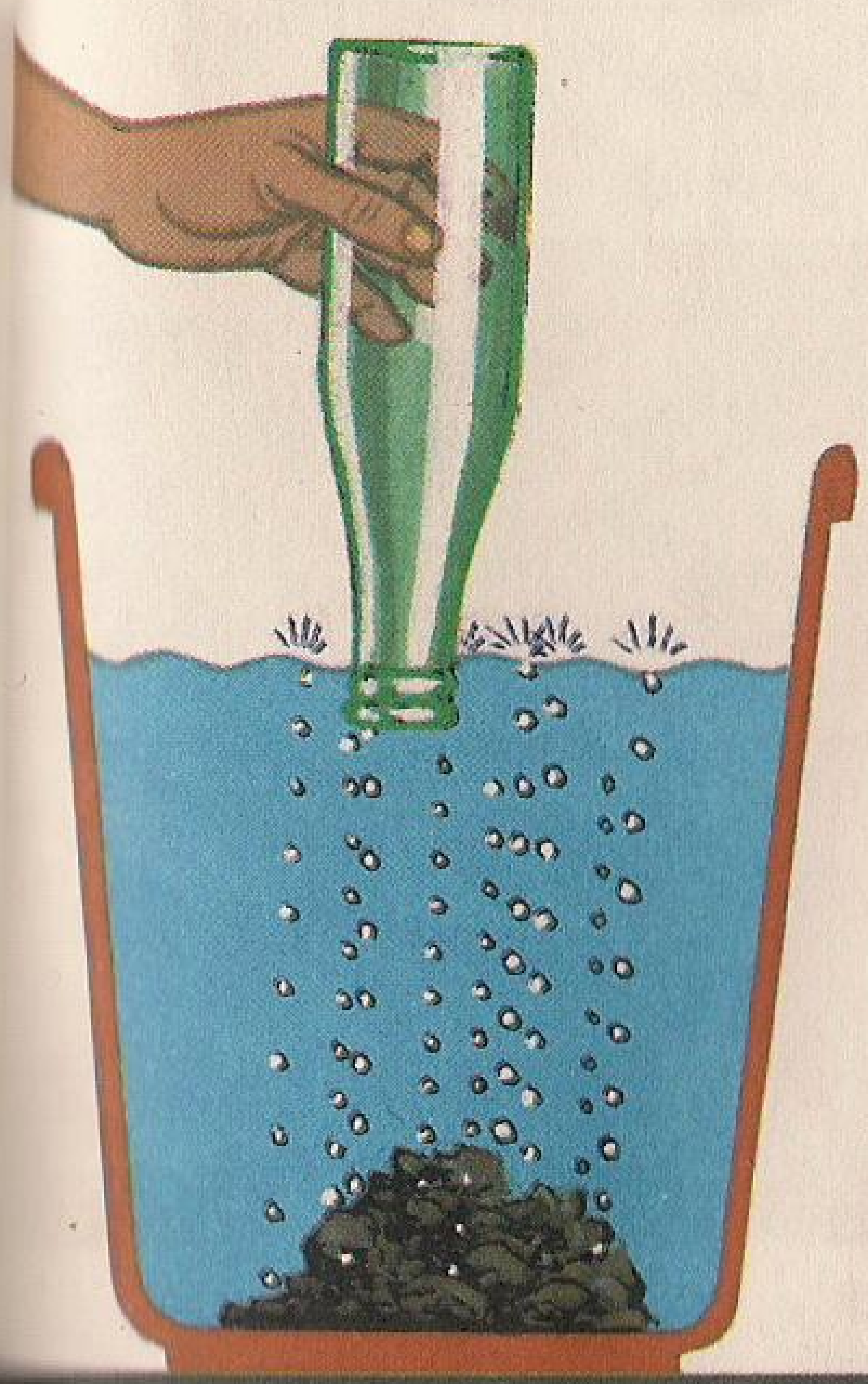
سَمَكَةٌ استوائيَّةٌ مِنْ نَوْعِ التّانْغ (أَوِ السَّرجون)

الهواءُ في كُلِّ مَكانٍ

نَحْنُ نُحِسُّ بِالهَواءِ عَلى أَجْسادِنا وفي أَفْواهِنا ، فَهَلْ بِالإِمْكانِ البُرْهانُ عَلى أَنَّ الهَواءَ في كُلِّ مَكانٍ حَوالَيْنا ؟

غَطِّسْ قِنِّينَةً ضَيِّقَةَ العُنُقِ في دَلْوِ ماءٍ وفُوْهَتُها إلى أَسْفَلُ. أَمِلْ فُوْهَةَ القِنِّينَةِ بِبُطْءٍ نَحْوَ سَطْحِ الماءِ ، ماذا تُلاحِظُ ؟ هَلْ كانَتِ القِنِّينة فارِغَةً ؟ لَقَدْ كانَتِ القِنِّينَةُ مَليئَةً بِالهَواءِ الَّذي رَأَيْناهُ يَتَصاعَدُ مِنْها على شَكْلِ فَقاقيعَ والماءُ يَدْخُلُها .

أَسْقِطْ في دَلْوِ الماءِ كُتْلَةً مِنْ تُرابِ الحَديقَةِ ، فَماذا تُلاحِظُ ؟ حاوِلْ تَلَقِّي هٰذِهِ الفَقاقيعِ في قِنِّينَةٍ مَلأَى بِالماءِ مُنَكَّسَةٍ بِاتِّجاهِ الفَقاقيعِ .

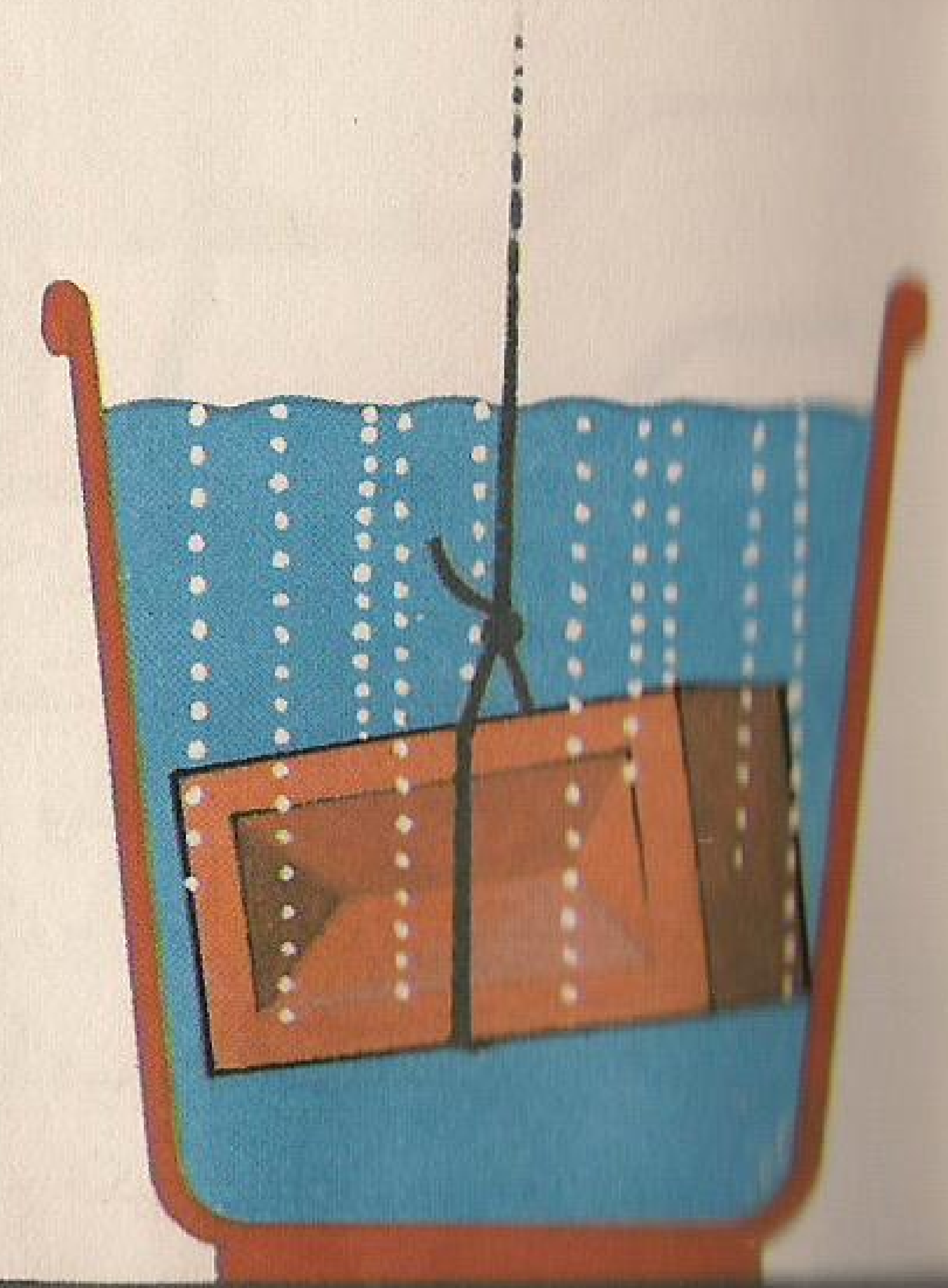


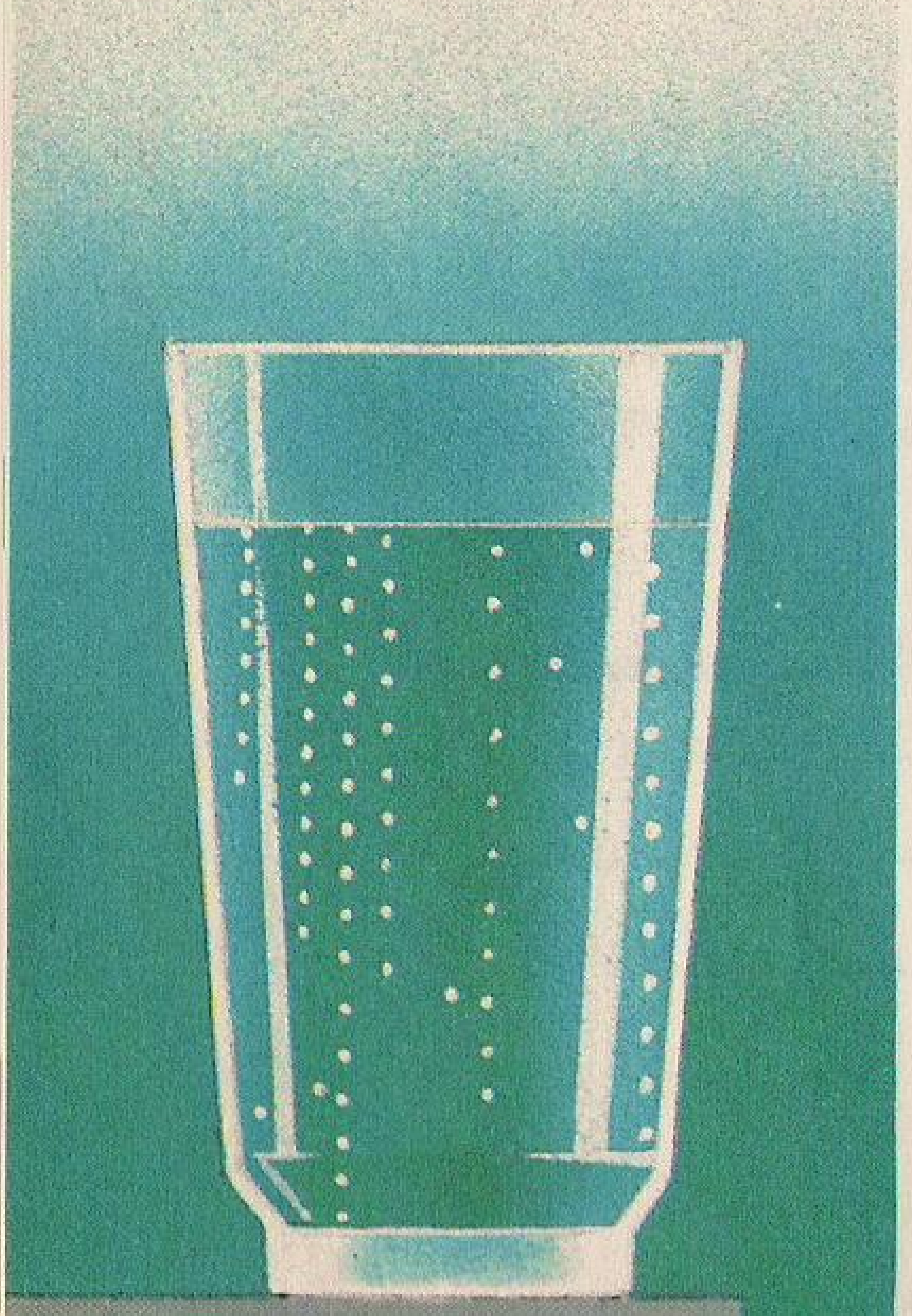


أَعِدِ التَّجْرِبَةَ بِتَدْلِيَةِ طوبَةٍ أَوْ آجُرَّةٍ في دَلْوِ الماءِ. هَلْ هُنالِكَ ما يُشيرُ إلى أَنَّ الهَواءَ كانَ مَوْجودًا في الطّوبَةِ ؟ إنَّ الطّوبَةَ تَحْوي الهواءَ في مَساماتِها كَكُتْلَةِ التُّرابِ . فالهَواءُ يَمْلأُ كُلَّ حَيِّزٍ حَوْلَنا صَغُرَ أَمْ كَبُرَ .

لاحِظْ كَيْفَ تَطْفو إِسْفَنْجَةُ الحَمّامِ عَلى سَطْحِ الماءِ ومَساماتُها مَلأَى بالهَواءِ ، لٰكِنَّكَ إذا عَصَرْتَها تَحْتَ سَطْحِ الماءِ تَمْتَلِئُ مَساماتُها بالماءِ وَيَزْدادُ وَزْنُها .

اِملأْ كوبًا بالماءِ البارِدِ واتْرُكْهُ في مَكانٍ دافِئٍ أَوْ عَلى عَتَبَةِ شُبّاكٍ مُعَرَّضَةٍ لِلشَّمْسِ بِضْعَ ساعاتٍ ولاحِظْ ما يَحْدُثُ . هَلْ هُنالِكَ ما يُشيرُ إلى أَنَّ الماءَ يَحْوي بَعْضَ الهَواءِ ؟ إنَّ الماءَ يَحْوي بَعْضَ الهَواءِ مُذابًا فيهِ – وبِتَأْثيرِ الدِّفْءِ تَقِلُّ ذَوَبانِيَّةُ الهَواءِ في الماءِ فَيَتَصاعَدُ بَعْضُهُ عَلى شَكْلِ فَقاقيعَ .





الهَواءُ والاِحْتِراقُ

تَحْتاجُ النّارُ إلى الهَواءِ ، وقَدْ عرَفَ الإنْسانُ الأوَّلُ هٰذهِ العَلاقَةَ حينَ اكْتَشَفَ أنَّ التَّهْوِيَةَ (أَو النَّفْخ) تَجْعَلُ مِنَ الشَّرارةِ نارًا وَهّاجَةً ، وأَنَّ النّارَ المَكْشوفَةَ تَسْتَعِرُ أَكْثَر وتَتَوَهَّجُ أَشَدَّ بِتَوافُرِ التَّهْوِيَةِ .

وَفي التَّجارِبِ التّالِيَةِ سَنَكْتَشِفُ عَلاقَةَ الهَواءِ بالاِحْتِراقِ (لِدَواعي السَّلامَةِ يَنْبَغي إجْراءُ هٰذِهِ التَّجارِبِ بِحُضورِ شَخْصٍ بالِغ) .

يَلْزَمُكَ لِهٰذِهِ التَّجارِب شَمْعَةٌ صَغيرَةٌ وَطَبَقٌ مُسَطَّحٌ وثَلاثَةُ مَرْطَباناتٍ مُخْتَلِفَةِ الحُجومِ وَقَليلٌ مِنَ البِلاسْتيسين .

ثَبِّتِ الشَّمْعَةَ في وَسَطِ الطَّبَقِ بِالبلاستيسينِ وأَشْعِلْها . بَعْدَ اسْتِقْرارِ اللَّهَبِ نَكِّسْ فَوْقَ الشَّمْعَةِ أَصْغَرَ المَرْطَباناتِ وراقِبْ ما يَحْدُثُ . إنَّ

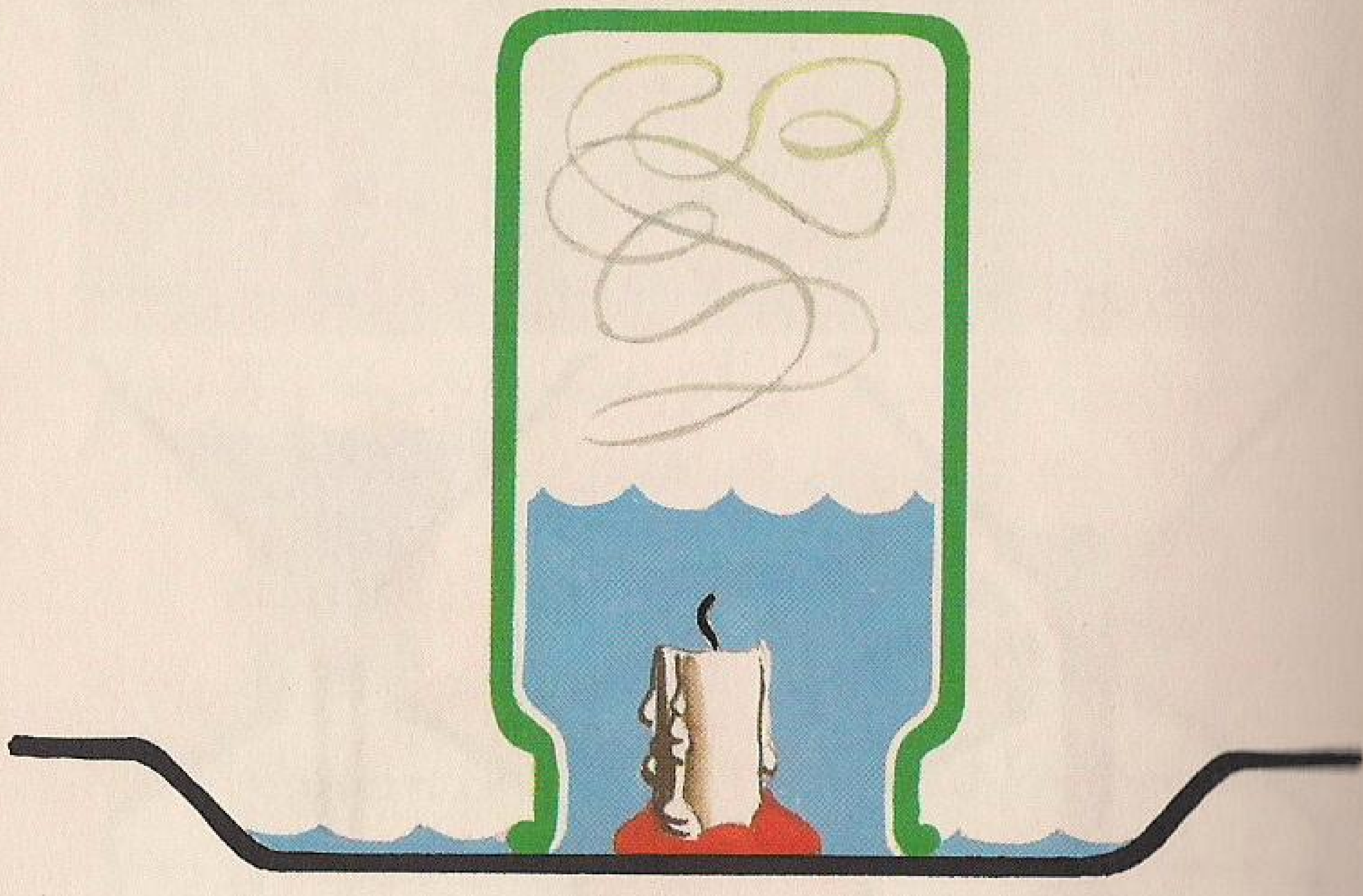


لَهَبَ الشَّمْعَةِ يَأْخُذُ في التَّضاؤُلِ حَتّى يَنْطَفِئَ (وَقِّتِ الزَّمَنَ مُنْذُ تَنْكيسِ المَرْطَبانِ حَتّى انْطِفاءِ اللَّهَبِ) . أَعِدِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا المَرْطَبانَيْنِ الآخَرَيْنِ وَقارِنْ فَتْرَةَ اسْتِمْرارِ اللَّهَبِ في كُلِّ مَرَّةٍ (مَعَ مُلاحَظَةِ تَساوي فَتيلِ الشَّمْعَةِ عِنْدَ إِشْعالِهِ في كُلِّ مَرَّةٍ) .

إنَّ كَمِّيَّةَ الهَواءِ الأَكْثَرِ تَحْوي أُكْسجينًا أَكْثَرَ ، وَهٰذا يُطيلُ أَمَدَ الاشْتِعالِ . كَيْفَ يُفَسِّرُ هٰذا اسْتِخْدامَ الكيرِ (والنَّفْخ) لِتَأْجيجِ النّارِ؟

إنَّ تَيّارَ الهَواءِ العَنيفَ يُطْفِئُ النّارَ لأَنَّهُ «يَجْرُفُ» الهَواءَ مِنْ حَوْلِ اللَّهَبِ ويُبَرِّدُ الشَّمْعَ إلى ما دونَ دَرَجَةِ الاشْتِعالِ .

أَعِدِ التَّجْرِبَةَ بَعْدَ صَبِّ الماءِ في الطَّبَقِ حَوْلَ الشَّمْعَةِ ، وَسَجِّلْ مُلاحَظاتِكَ . إنَّ الاحْتِراقَ يَسْتَهْلِكُ أُكسجينَ الهَواءِ وَهٰذا هُوَ سَبَبُ



ارْتِفاعِ الماءِ في المَرْطَبانِ . هَلْ يُمْكِنُكَ تَقْديرُ نِسْبَةِ الأُكسجينِ في الهَواءِ بِقِياسِ كَمِّيَّةِ الماءِ الَّتي شَغَلَتْ مَكانَهُ؟

أَعِدِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا المَرْطَباناتِ المُخْتَلِفَةَ وَوَقِّتِ الزَّمَنَ الَّذي يَنْقَضي قَبْلَ انْطِفاءِ لَهَبِ الشَّمْعَةِ في كُلِّ مَرْطَبانٍ . أَيْضًا قِسِ ارْتِفاعَ عَمودِ الماءِ النِّسْبِيَّ في كُلِّ حالَةٍ .

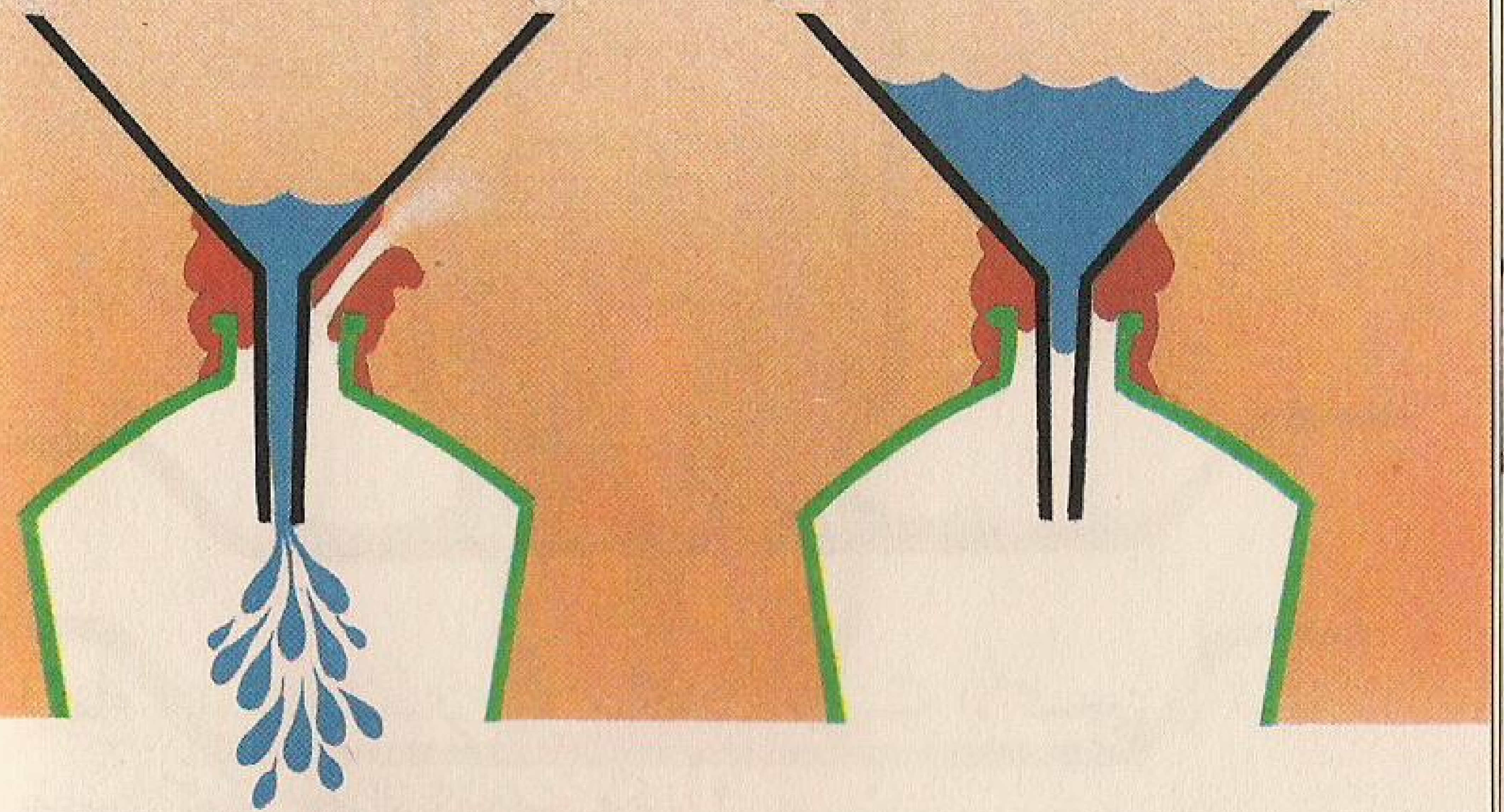
هَلْ يَرْتَفِعُ عَمودُ الماءِ إلى العَلامَةِ نَفْسِها إذا أَعَدْتَ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا المَرْطَبانَ نَفْسَهُ؟

الهواءُ يَشغَلُ حَيِّزًا

لَعَلَّكَ شاهَدْتَ فَقاقيعَ الصّابونِ طافِيَةً في طَسْتِ الغَسيلِ. هٰذِهِ الفَقاقيعُ هيَ كُتَلٌ صَغيرَةٌ مِنَ الهَواءِ تَشْغَلُ حَيِّزًا داخِلَ الأَغْشِيَةِ الصّابُونِيَّةِ. وإلَيْكَ بَعْضَ التَّجارِبِ العِلْمِيَّةِ لِبَيانِ هٰذِهِ الظّاهِرَةِ:

أ: تَحْتاجُ إلى قِنِّينَةٍ وَقِمْعٍ أُنْبوبُهُ أَضْيَقُ مِنْ فُوْهَةِ القِنِّينَةِ. ضَعِ القِمْعَ في فُوْهَةِ القِنِّينَةِ وَسُدَّ الفَراغَ حَوْلَه جَيِّدًا بالبلاستيسين. صُبَّ قَليلاً مِنَ الماءِ في القِمْعِ وَسَجِّلْ مُلاحَظاتِكَ.

لماذا بَقِيَ الماءُ في القِمْعِ؟ إنَّ الماءَ لا يَدْخُلُ القِنِّينَةَ ما لَمْ يَجِدِ الهَواءُ لَهُ مَخْرَجًا مِنْها. أُثْقُبِ البلاستيسينَ بِمِسْمارٍ بِحَيْثُ يَصِلُ الثَّقْبُ إلى



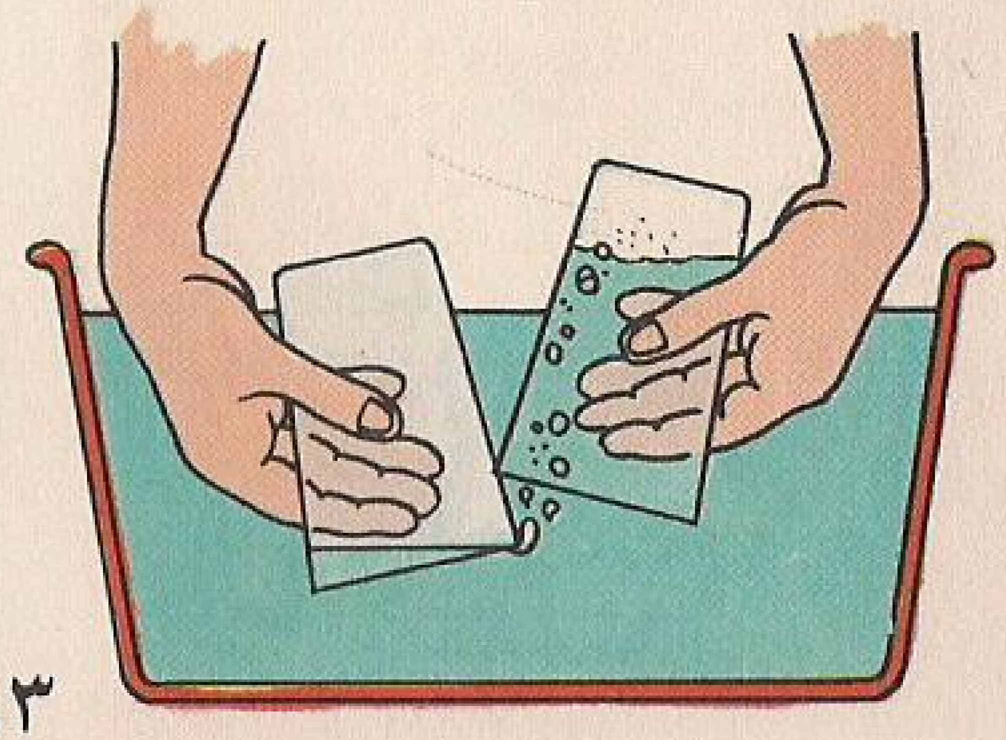
داخِلِ القِنِّينَةِ. اِسْحَبِ المِسْمارَ ولاحِظْ ما يَحْدُثُ. الآنَ يَنْصَبُّ الماءُ بِسُهولَةٍ مِنَ القِمْعِ بَيْنَما يَخْرُجُ مِقْدارُ حَجْمِهِ من الهواءِ عَبْرَ الثَّقْبِ.

ب: اِملأْ طَسْتًا إلى نِصْفِهِ بالماءِ ثُمَّ اطْرَحْ فيهِ قِطْعَةَ فِلِّينٍ. نَكِّسْ كوبًا فَوْقَ قِطْعَةِ الفِلّينِ في الطَّسْتِ، فَماذا تُلاحِظُ؟



أَعِدِ التَّجْرِبَةَ بَعْدَ أَنْ تَغرِزَ في أَعلى قِطْعَةِ الفِلّينِ شِراعًا وَرَقِيًّا صَغيرًا. هَلْ يَبْتَلُّ الشِّراعُ؟ لَقَدْ حالَ الهَواءُ في الكوبِ دونَ ارْتِفاعِ الماءِ فيهِ، فَلَمْ يَبْتَلَّ الشِّراعُ.

جـ: اِمْلأْ طَسْتًا واسِعًا حَتّى قَريبًا مِنْ حافَّتِهِ بالماءِ. غَطِّسْ باليَدِ اليُسْرى كوبًا مَقْلوبًا في الطَّسْتِ. أَمِلِ الكوبَ حَتّى يَمْتَلِئَ بالماءِ ثُمَّ أَعِدْهُ إلى وَضْعِهِ المَقْلوبِ. الآنَ غَطِّسْ كوبًا آخَرَ مَقْلوبًا باليَدِ اليُمْنى وعِنْدَما يُصْبِحُ تَحْتَ الكوبِ المُمْتَلِئِ، أَمِلْ فُوْهَتَهُ قَليلاً قَليلاً مُحاوِلاً أَنْ تَجْمَعَ في الكوبِ الأَوَّلِ (المُمْتَلِئِ ماءً) الهَواءَ المُتَصاعِدَ مِنَ الكوبِ الثّاني. ماذا يُبَيِّنُ لَكَ هٰذا عَنِ الهَواءِ؟



إنَّ خِبْرَتَنا في إطاراتِ الدَّرّاجاتِ (أَوْ في كُرَةِ القَدَمِ) تَدُلُّنا عَلى إمْكانِيَّةِ ضَغْطِ الكَثيرِ مِنَ الهَواءِ في حَيِّزٍ صَغيرٍ.

الهَواءُ جِسْمٌ ذو كُتْلَةٍ (وَوَزْنٍ)

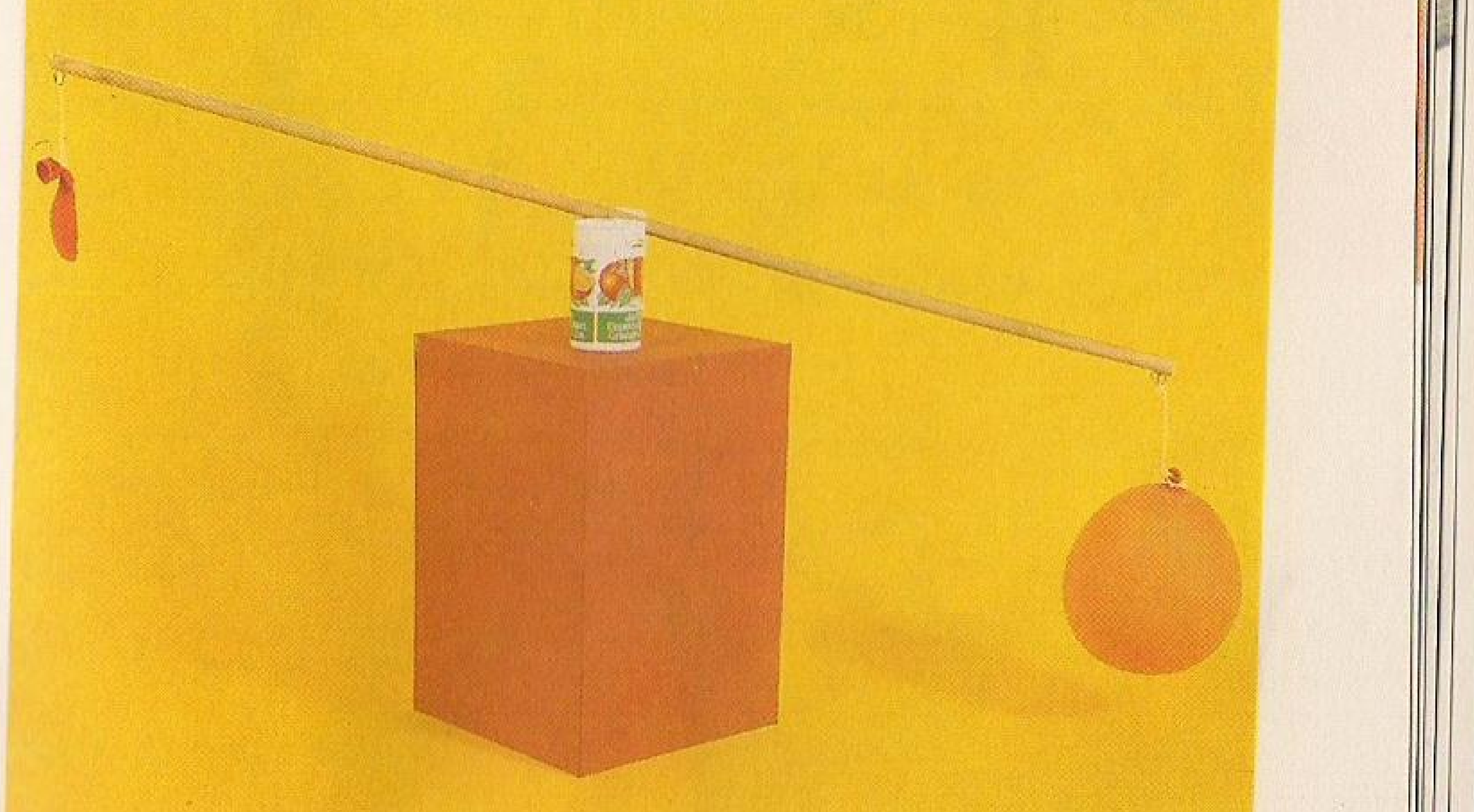
كُتْلَةُ الجِسْمِ هِيَ مِقْدارُ ما بِهِ مِنَ المادَّةِ بالمُقارَنَةِ مَعَ كُتْلَةٍ مِعْيارِيَّةٍ كالكيلوغرام. أَمّا وَزْنُ الجِسْمِ فَهُوَ مِقْدارُ جَذْبِ الأَرْضِ لِكُتْلَتِهِ (ونَحْنُ في حَديثِنا العادِيِّ نَكادُ لا نُمَيِّزُ بَيْنَ كُتْلَةِ الجِسْمِ ووَزْنِهِ).

يُقَدِّرُ العُلَماءُ وَزْنَ المِتْرِ المُكَعَّبِ مِنَ الهَواءِ في الأَحْوالِ العادِيَّةِ بِحَوالَى ١٣٠٠ غرام – أَيْ إِنَّ وَزْنَ (كُتْلَةِ) الهَواءِ في غُرْفَةٍ عادِيَّةٍ يُعادِلُ كُتْلَةَ كيسٍ مِنَ البَطاطِسِ تَقْريبًا!

وَلِتَبْيانِ أَنَّ لِلْهَواءِ وَزْنًا، أَجْرِ التَّجْرِبَةَ التّالِيَةَ:

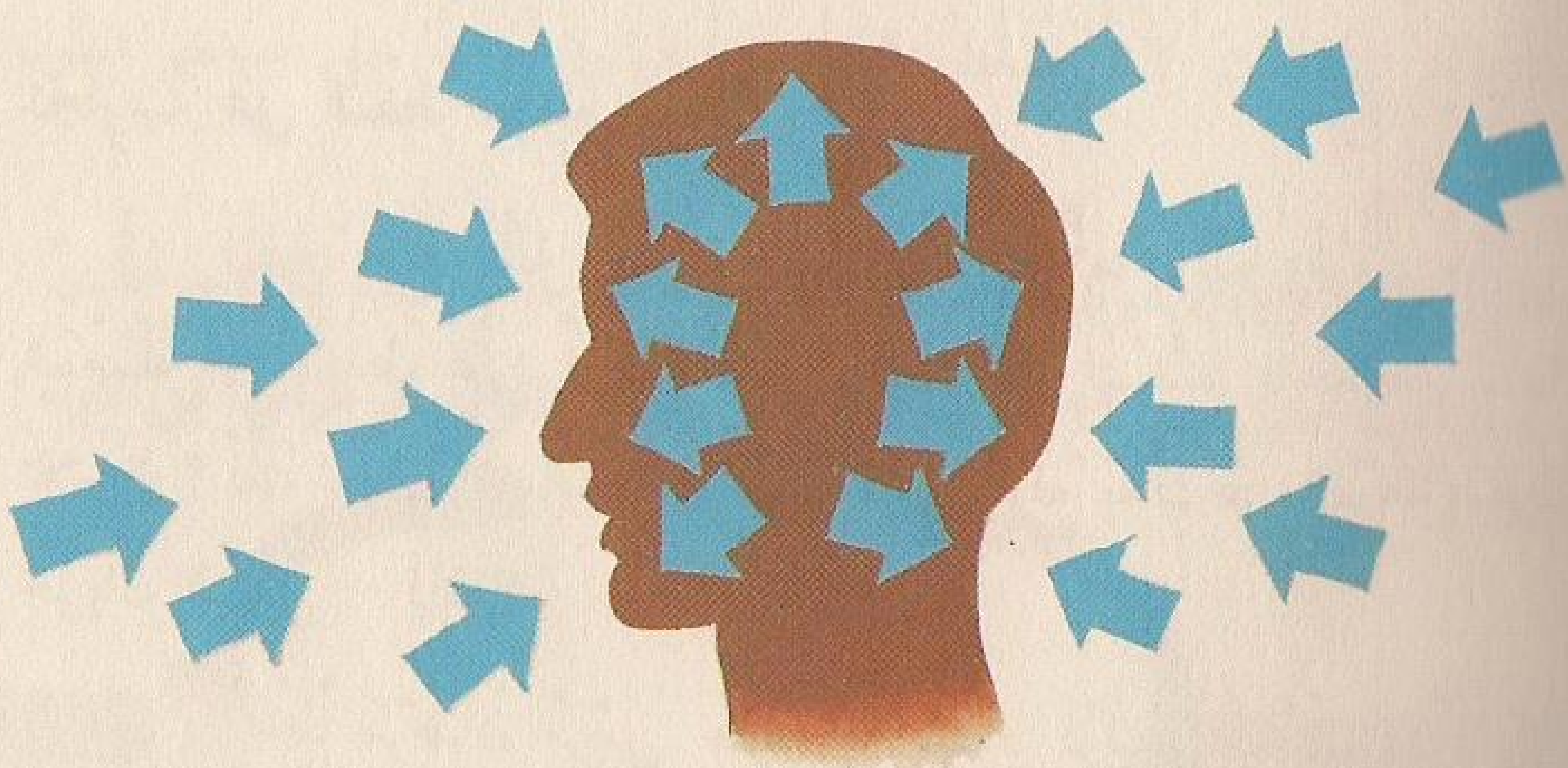
دُقَّ مِسْمارًا في مَرْكَزِ عَصًا طولُها حوالى المِتْرِ وَعَلِّقْ مِنْ طَرَفَيِ العَصا بالونَيْنِ فارِغَيْنِ. وازِنِ العَصا بِتَرْكيزِ المِسْمارِ على حافَّتَيْ عُلْبَتَيْنِ مَعْدِنِيَّتَيْنِ صَغيرَتَيْنِ فَوْقَ سَطْحٍ مُرْتَفِعٍ. أُنْفُخْ أَحَدَ البالونَيْنِ جَيِّدًا وأَعِدْهُ إلى مَكانِهِ، ولاحِظْ ما يَحْدُثُ.

إِنَّ وَزْنَ الهَواءِ الَّذي عُبِّئَ بِهِ البالونُ هُوَ سَبَبُ اخْتِلالِ التَّوازُنِ.

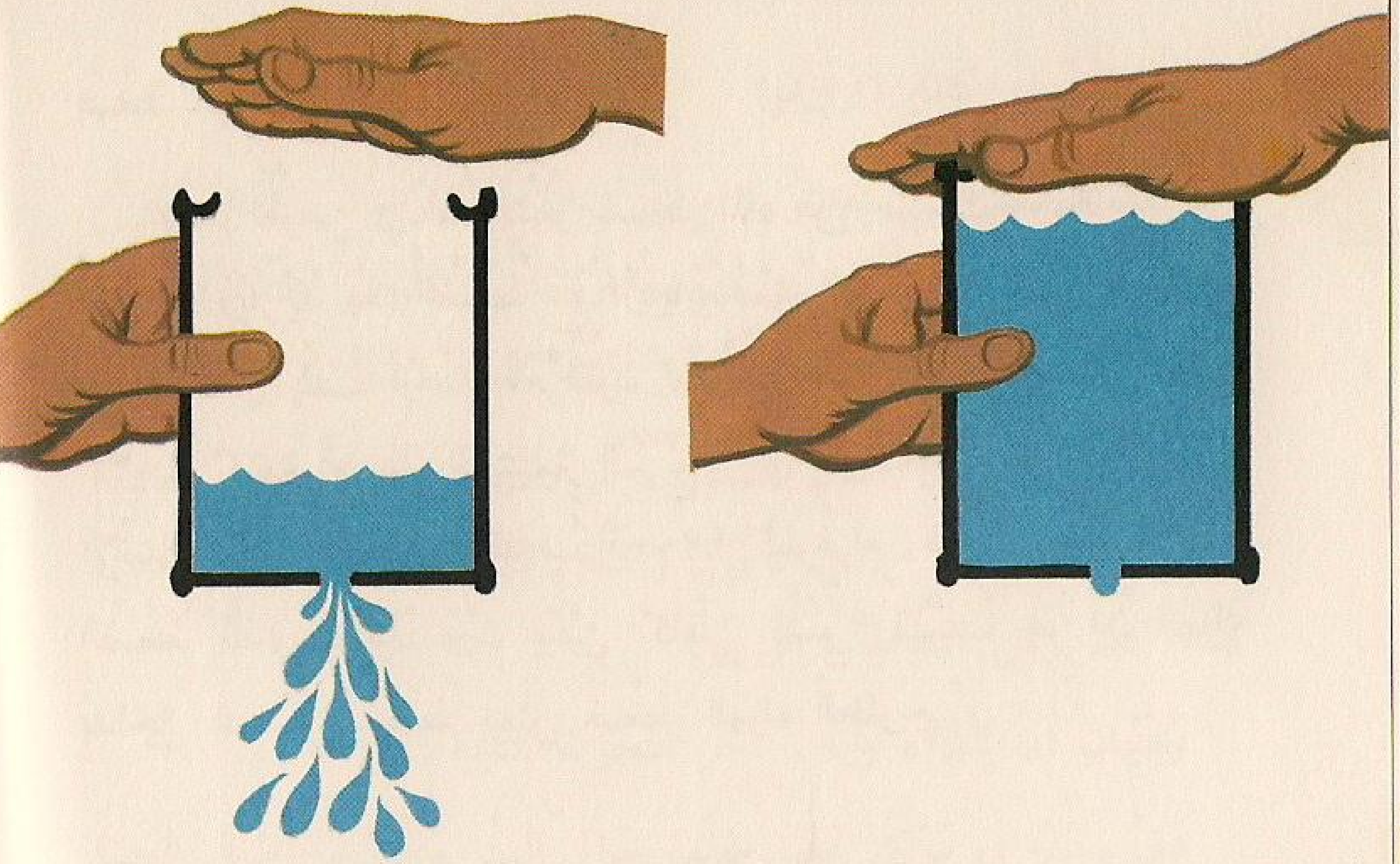


ضَغْطُ الهَواءِ

عِنْدَما تَغوصُ في الماءِ تَشْعُرُ بِضَغْطِ الماءِ على جِسْمِكَ (وَبِخاصَّةٍ على أُذُنَيْكَ) وَيَتَزايَدُ هٰذا الضَّغْطُ مَعَ ازْدِيادِ عُمْقِ الغَوْصِ. وَنَحْنُ في «بَحْرِ» الهَواءِ الَّذي يَلُفُّ أَرْضَنا مُعَرَّضونَ لِضَغْطِهِ الهائِلِ الَّذي يُعادِلُ حَوالَى ١،٠٣٣ كيلوغرام على السَّنتيمِترِ المُرَبَّعِ. أَيْ إِنَّ ضَغْطَ الهَواءِ على جِسْمِ الإِنْسانِ العادِيِّ الحَجْمِ يُقارِبُ ١٢٠٠٠ كيلوغرام. فَلِماذا لا يَسْحَقُنا هٰذا الضَّغْطُ الَّذي يُعادِلُ وَزْنَ فيلَيْنِ كامِلَيِ النُّمُوِّ؟ السَّبَبُ هُوَ أَنَّ الهَواءَ بِداخِلِ الجِسْمِ يَضْغَطُ بِمِثْلِ ضَغْطِ الهَواءِ الخارِجِيِّ.



أَمّا إِذا صَعِدَ إِنْسانٌ في مُنْطادٍ إلى أَعالي الجَوِّ فَإِنَّهُ يَتَعَرَّضُ لِلخَطَرِ لِتَعَذُّرِ التَّنَفُّسِ، كَما يَقِلُّ ضَغْطُ الهَواءِ الخارِجِيِّ عَنْ ضَغْطِ الهَواءِ داخِلَ الجِسْمِ فَيَطْفِرُ الدَّمُ عَبْرَ الأُذُنَيْنِ أَوْ يَنِزُّ مِنْ خَلايا الجَسَدِ. وَلِهٰذا فَإِنَّ مَقْصورَةَ الرُّكّابِ في الطّائِراتِ الَّتي تُحَلِّقُ عالِيًا تَكونُ مُكَيَّفَةَ الضَّغْطِ بِحَيْثُ يَتَنَفَّسُ فيها الرُّكّابُ بِصورَةٍ طَبيعِيَّةٍ وَلا يَتَأَثَّرونَ بِانْخِفاضِ الضَّغْطِ خارِجَ الطّائِرَةِ.



تَجارِبُ على ضَغْطِ الهَواءِ

أ : أُثقبْ قاعَ عُلْبَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ بِمِسْمارٍ ثُمَّ امْلأْها بالماءِ (فَوقَ حَوْضِ المَغْسَلَةِ). اِضْغَطْ على فُوهَةِ العُلْبَةِ بِراحَةِ اليَدِ لِتَسُدَّها بإحْكامٍ. ماذا تُلاحِظُ؟ لَقَدْ تَوَقَّفَ انسِيابُ الماءِ عَبْرَ الثَّقْبِ. اِرْفَعْ يَدَكَ عَنِ الفُوهَةِ فيَعودَ جَرَيانُ السّائِلِ – لِماذا؟

ب : خُذْ مَرْطَبانَ مُرَبّى نَظيفًا ذا سِدادٍ لَوْلَبِيٍّ مُحكَم. أُثْقُبْ جانِبَ السِّدادِ بِمِسْمارٍ ثَقْبًا واحِدًا. اِمْلأِ المَرْطَبانَ حَتّى حافَّتِهِ بالماءِ ثُمَّ سُدَّهُ بالسِّدادِ المَثْقوبِ، وحاوِلْ صَبَّ الماءِ مِنْهُ، هَلْ بإمْكانِكَ ذلِكَ؟ أُثْقُبِ السِّدادَ ثَقْبًا مُجانِبًا آخَرَ وأَعِدِ المُحاوَلَةَ. هَلْ يَنْسَكِبُ الماءُ الآنَ؟ لِماذا؟

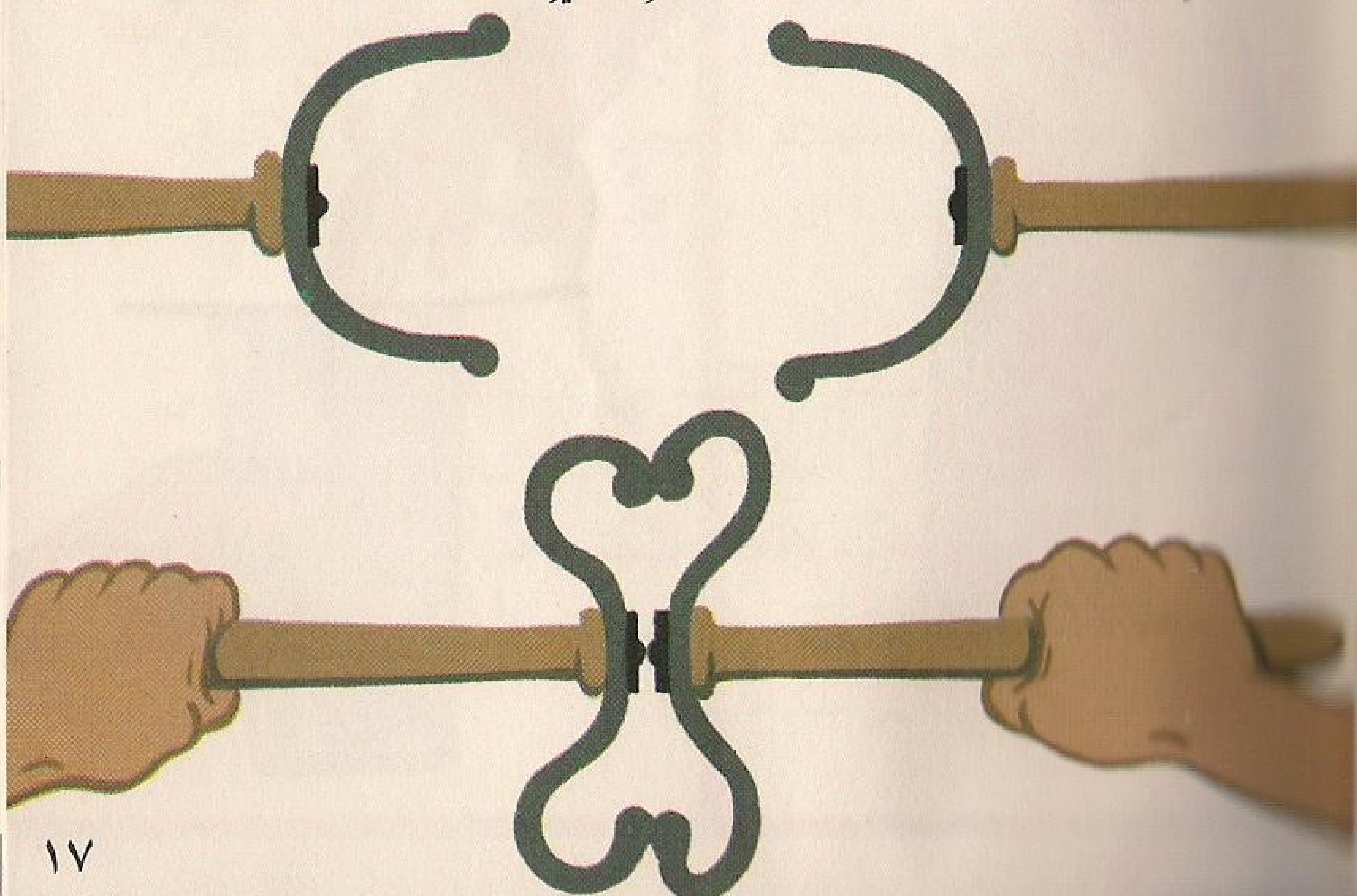
جـ : اِمْلأْ كوبًا طَويلًا بالماءِ وَهُوَ مُغَطَّسٌ في طَسْتِ ماءٍ. اِرْفَعِ الكوبَ مَقْلوبًا مُبْقِيًا فُوهَتَهُ تَحتَ سَطْحِ الماءِ. هَلْ يَنْسَكِبُ الماءُ؟ لَقَدِ ارْتَفَعَ الماءُ مَعَ الكوبِ وَلَمْ يَنْسَكِبْ، لِماذا؟

د : خُذْ طَبَّةً (ضاغِطَةً) نِصفَ كُرَوِيَّةٍ مِنَ المَطّاطِ الثَّخينِ (كالَّتي يَسْتَعْمِلُها السَّبّاكُ في إزالَةِ ما يُعيقُ تَصريفَ البالوعاتِ) وَثَبِّتْها في عَصاها جَيِّدًا. بَلِّلْ حافَّةَ الطَّبَّةِ وَاضْغَطْها بِقُوَّةٍ على سَطْحٍ أَمْلَسَ مُنْبَسِطٍ وَحاوِلْ أَنْ تَرْفَعَها. ما الَّذي يَجْعَلُ ذلِكَ عَسيرًا؟

إنِ اسْتَطَعْتَ الحُصولَ على طَبَّةٍ أُخرى فَبَلِّلْ حافَّتَي الطَّبَّتَيْنِ واضْغَطْهُما بِقُوَّةٍ مُنْطَبِقَتَي الحافَّتَينِ إحْداهُما على الأُخْرى، ثُمَّ حاوِلْ فَصْلَهُما.

إنَّ ضَغْطَ الهَواءِ قَوِيٌّ في الأَحْوالِ العادِيَّةِ، وَهُوَ يَتَزايَدُ بانْضِغاطِ الهَواءِ. ويُمْكِنُكَ مُلاحَظَةُ ذلِكَ بِنَفْخِ بالونٍ على مَراحِلَ وَضَغْطِ إصْبَعِكَ في جانِبِهِ بَعْدَ كُلِّ مَرْحَلَةٍ. لاحِظْ كَيْفَ يَرْتَدُّ غِشاءُ البالونِ بِسُرْعَةٍ بَعْدَ انْزِياحِ إصْبَعِكَ لِأَنَّ ضَغْطَ الهَواءِ في البالونِ يَزيدُ على ضَغْطِ الهَواءِ الخارِجِيِّ.

حينَ أَجْرى أوتوڤون غيريك هٰذِهِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا نِصْفَيْ كُرَةٍ بِكِفافٍ جِلْدِيٍّ، عَجَزَ فَريقا خُيولٍ مِنْ ١٦ حِصانًا عَنْ فَصْلِ نِصْفَيِ الكُرَةِ بَعْدَ إفراغِها مِنَ الهَواءِ!

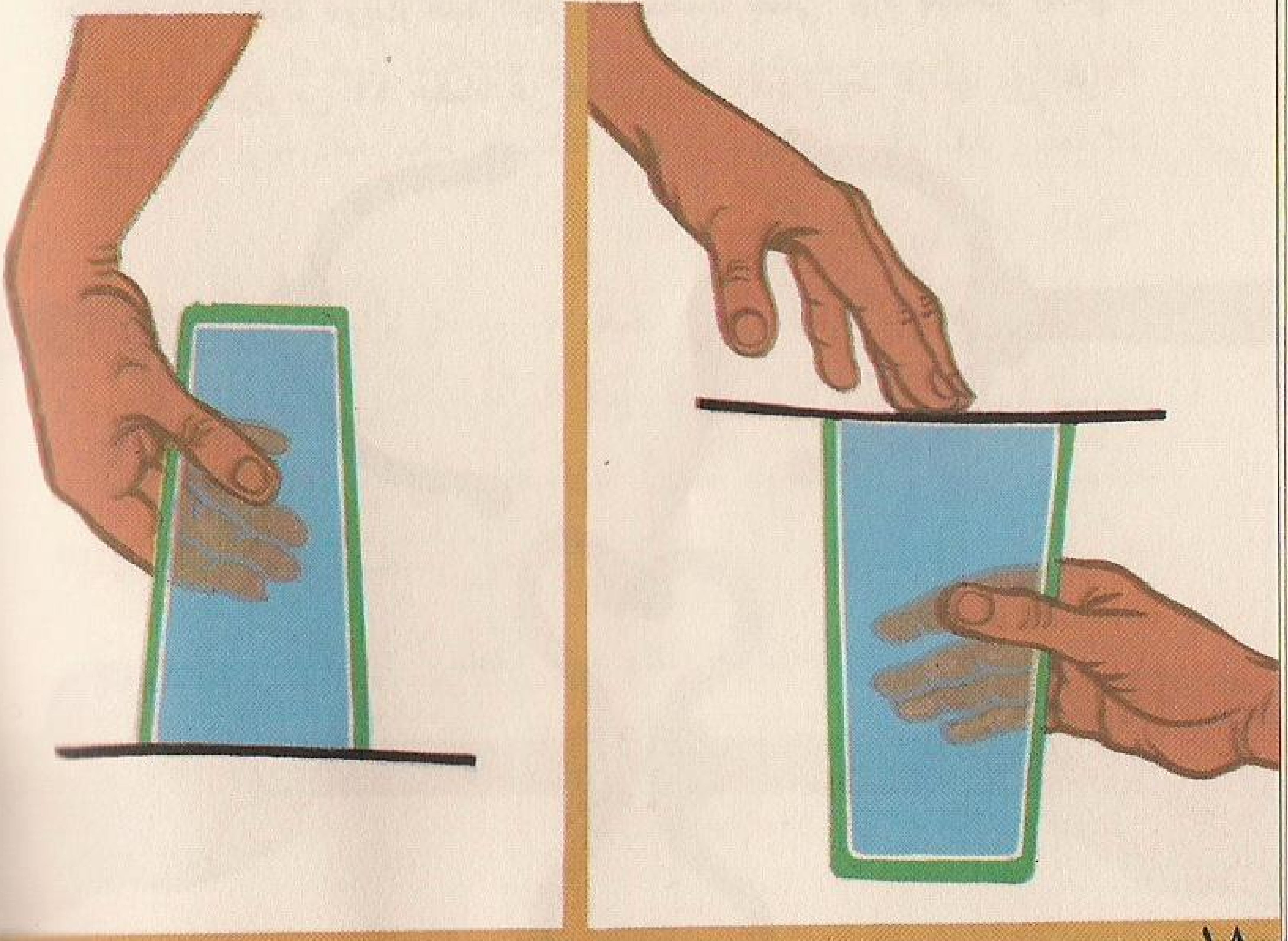


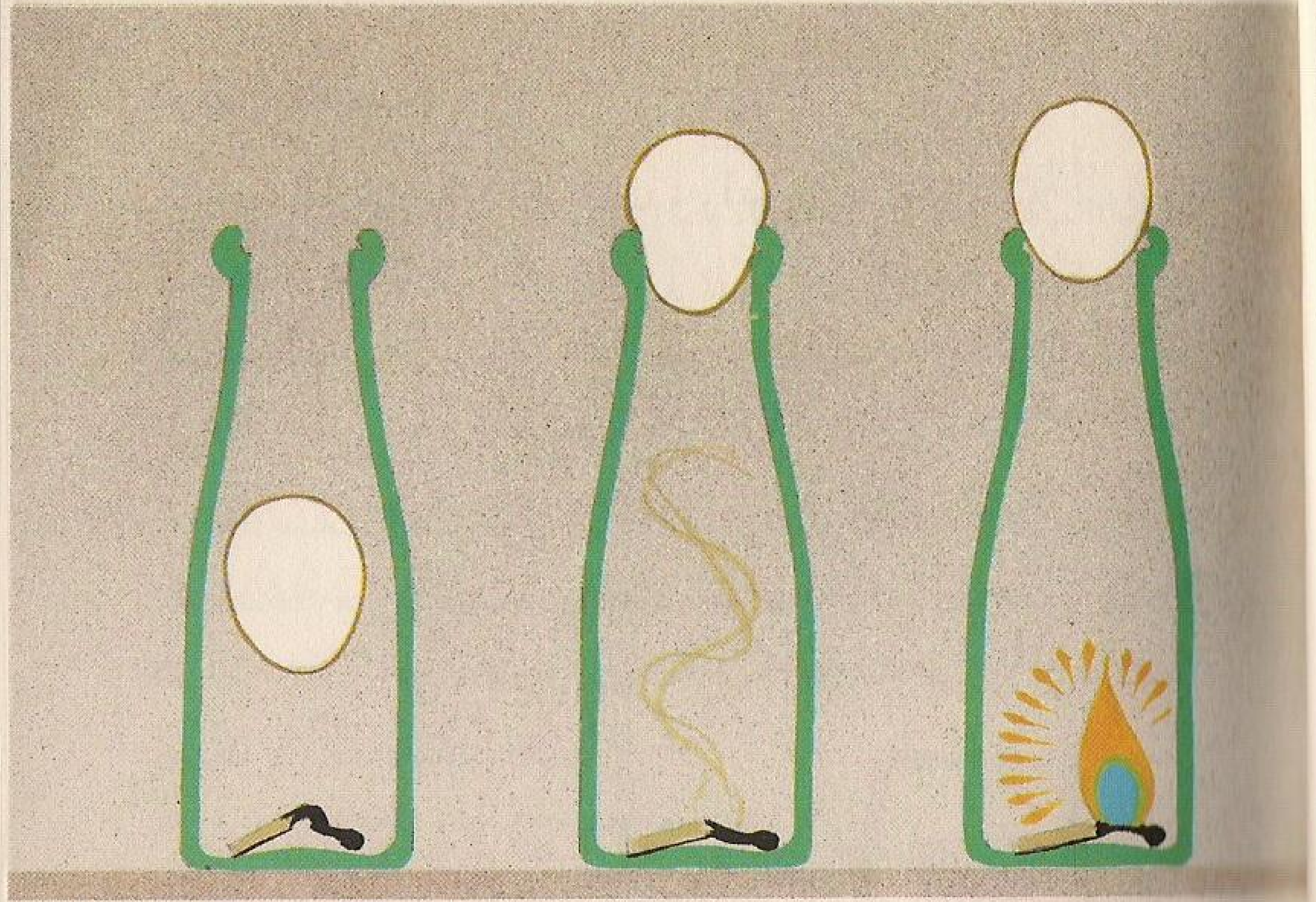
تجارِبُ أُخْرى على ضَغْطِ الهواء

هـ : اِملأْ كوبًا حتّى الحافَّةِ بالماءِ . غطِّ فُوْهَةَ الكوبِ بتزْليقِ قِطْعَةٍ مِنَ الوَرَقِ المُقوَّى المصْقولِ (مِساحتُها أكْبرُ قليلًا مِنْ مِساحةِ الفُوْهَةِ) فوقَها ، واضْغَطْ علَيْها براحةِ اليَدِ بِمُلامسَةِ الماءِ ثُمَّ اقْلِبِ الكوبَ رَأْسًا على عقِبٍ . أَزِحْ يَدَكَ عَنْ قِطْعَةِ الوَرَقِ برِفْقٍ (فَوقَ المَغْسَلَةِ) وَسَيَبْقى الماءُ في الكوبِ وَتَبْقى قِطْعَةُ الوَرَقِ في مَكانِها ! (لا تَيْأَسْ إنْ لَمْ تَنْجَحِ التَّجْرِبَةُ مِنْ أَوَّلِ مَرَّةٍ) .

إنَّ ضَغْطَ الهَواءِ على قِطْعَةِ الوَرَقِ يَشُدُّها إلى فُوْهَةِ الكوبِ بالرَّغْمِ من وَزنِ الماءِ .

و : أُسْلُقْ بَيْضَةً يَزيدُ قُطْرُها بِشَكْلٍ مَلْحوظٍ على قُطْرِ فُوهَةِ قِنِّينَةِ حَليبٍ لِمُدَّةِ عَشْرِ دَقائقَ . بَرِّدِ البَيْضَةَ واقْشُرْها دونَ خُدوشٍ ثُمَّ ضَعْها فوقَ





فُوْهَةِ القِنِّينَةِ . أَشْعِلْ عودَ ثِقابٍ وَارْفَعِ البَيْضَةَ بِرِفْقٍ لِتُسْقِطَ العودَ المُشْتَعِلَ داخِلَ القِنِّينَةِ وَأَعِدْها إلى مَكانِها بِسُرْعَةٍ . لاحِظْ ما يَحْدُثُ مَعَ اسْتِمْرارِ اشْتِعالِ عودِ الثِّقابِ واسْتِهْلاكِ أُكْسِجينِ الهَواءِ في عَمَلِيَّةِ الاحْتِراقِ . يَنْطَفِئُ العودُ وَتُدْفَعُ البَيْضَةُ إلى داخِلِ القِنِّينَةِ لانْخِفاضِ الضَّغْطِ بِداخِلِها عَنْ ضَغْطِ الهَواءِ الخارِجِيِّ .

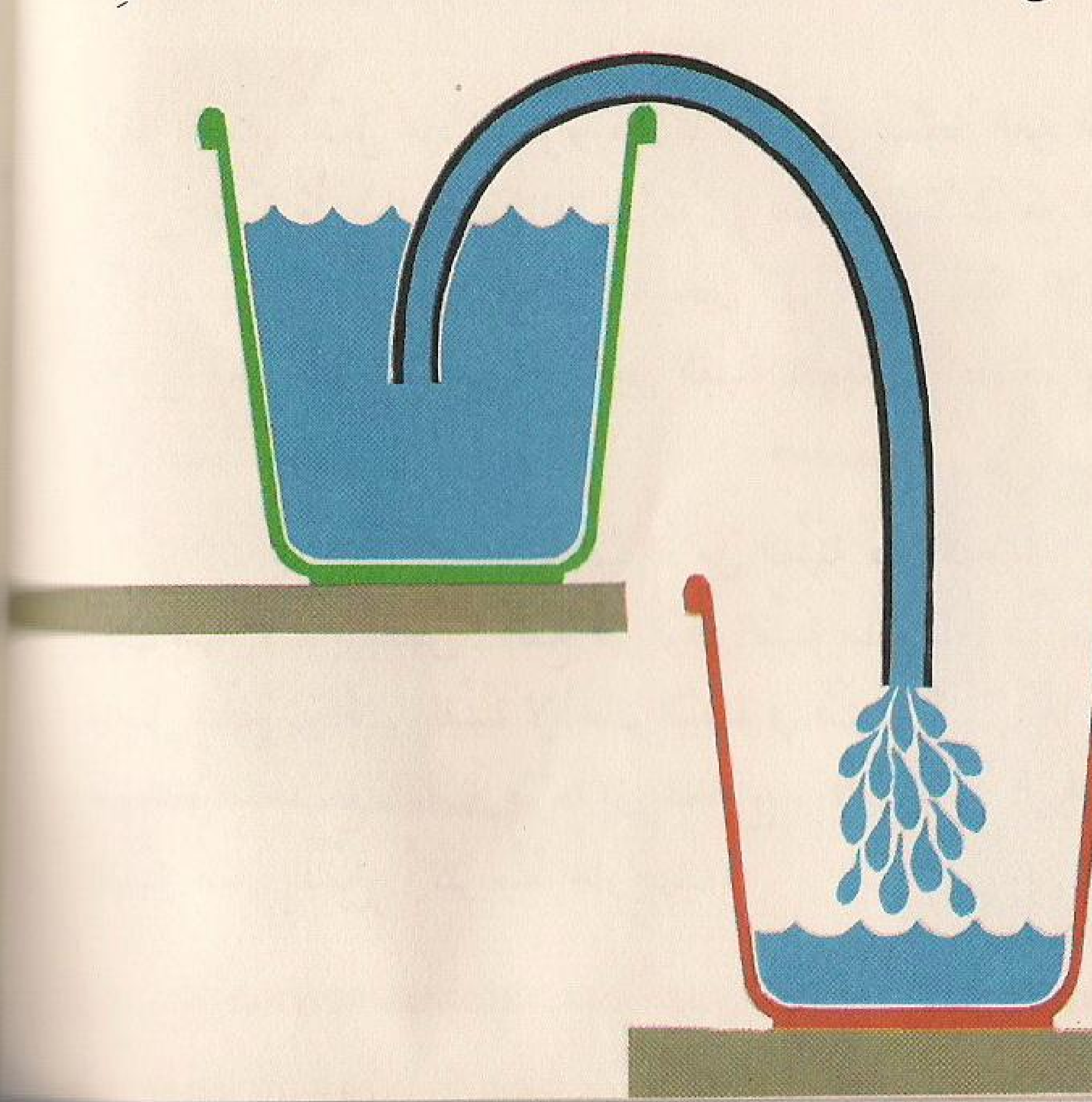
والآنَ عَلَيْكَ أَنْ تَسْتَخْرِجَ البَيْضَةَ مِنَ القِنِّينَةِ دونَ تَقْطيعِها – لَيْسَ ذلِكَ سَهْلًا وَلكِنَّهُ مُمْكِنٌ ! أُنْفُخْ عَبْرَ فُوْهَةِ القِنِّينَةِ سادًّا إيّاها بِقَفا شَفَتَيْكَ . واصِلِ النَّفْخَ ثُمَّ اقْلِبِ القِنِّينَةَ لإدْخالِ البَيْضَةِ في عُنُقِ القِنِّينَةِ . ارْفَعْ شَفَتَيْكَ عَنِ الفُوْهَةِ فَتَنْدَفِعُ البَيْضَةُ عَبْرَها إلى الخارِجِ ، لأَنَّ ضَغْطَ الهَواءِ داخِلَ القِنِّينَةِ صارَ بِالنَّفْخِ أَكْثَرَ مِنْهُ خارِجَها .

المِمَصُّ (المِثْعَبُ)

ضَعْ دَلْوًا مَليئًا بالماءِ فَوْقَ مِنْضَدَةٍ وآخَرَ فارِغًا تَحْتَها. اِمْلأْ أُنبوبًا مِنَ المَطّاطِ أَوِ البلاستيك بالماءِ واقْرُصْ طَرَفَيْهِ بَيْنَ أَصابِعِكَ بِشِدَّةٍ (لِتَمْنَعَ انْسِيابَ الماءِ مِنَ الأُنْبوبِ). ضَعْ أَحَدَ طَرَفَيِ الأُنبوبِ في دَلْوِ الماءِ والآخَرَ في الدَّلْوِ الفارِغِ وخَلِّ أَصابِعَكَ عَنِ الطَّرَفَيْنِ. ماذا يَحْدُثُ؟

لَقَدْ صَنَعْتَ مِثْعَبًا يَسْري عَبْرَهُ الماءُ مِنَ الدَّلْوِ الأَعْلى إلى الخَفيضِ. إنَّ الماءَ السّاقِطَ مِنَ الأُنْبوبِ كانَ يُخَلِّفُ وَراءَهُ فَراغًا في أَعْلى الثَّنْيَةِ لَوْلا أَنَّ الضَّغْطَ الجَوِّيَّ على سَطْحِ الدَّلْوِ العُلْويِّ يَدْفَعُ الماءَ عَبْرَ الأُنْبوبِ لِمَنْعِ حُدوثِ ذلِكَ، فَيَسْتَمِرُّ الثَّعْبُ.

وَاسْتِعْمالُ المِثْعَبِ هُوَ أَفْضَلُ الطُّرُقِ لِتَفْريغِ حَوْضِ السَّمَكِ في المَنْزِلِ – فَهُوَ يُفَرِّغُ الماءَ دونَ خَضْرَبَةِ النَّباتاتِ المائِيَّةِ والحَصْباءِ في الحَوْضِ.

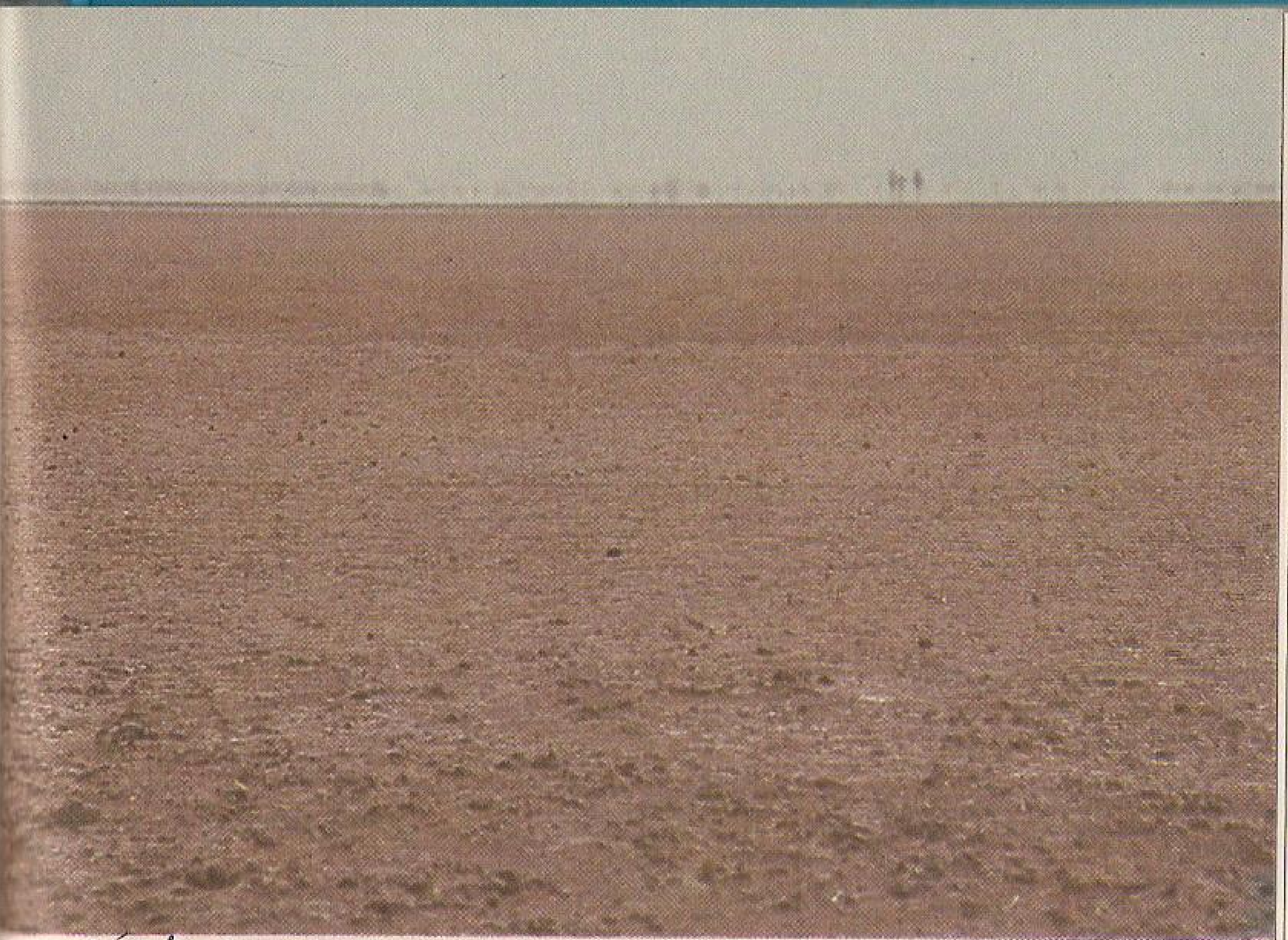


وبِإمْكانِكَ اسْتِخْدامُ مِمَصِّ المِثْعَبِ بِعِنايَةٍ لإزالَةِ ما يَعْلَقُ بالحَصْباءِ أَوْ جُدْرانِ المَهاةِ (حَوْضِ تَرْبِيَةِ الأَحْياءِ المائِيَّةِ) مِنْ مَوادَّ مُتَعَفِّنَةٍ، فَكَأَنَّ مِثْعَبَكَ مِكْنَسَةٌ كَهْرَبائِيَّةٌ تَعْمَلُ تَحْتَ الماءِ!

القارورةُ الخَوائِيَّةُ (القارورةُ الكَظيمَةُ)

اِخْتَرَعَ العالِمُ الإنْكليزيُّ جيمس ديوار (١٨٤٢ – ١٩٢٣) القارورَةَ الكَظيمَةَ (التِّرموس) لِحِفْظِ الهَواءِ السّائِلِ ثُمَّ شاعَ اسْتِخْدامُها في الاِسْتِعْمالاتِ اليَوْمِيَّةِ. لاحِظْ أَجْزاءَ التِّرموس إنْ كانَ لَدَيْكَ واحِدَةٌ. إنَّ لَها غِلافًا خارِجيًّا مَعْدِنيًّا أَوْ لَدائِنِيًّا يَحْفَظُها. وبِداخِلِ الغِلافِ قارورَةٌ زُجاجِيَّةٌ مُزْدَوِجَةُ الجُدْرانِ؛ والحَيِّزُ بَيْنَ الجِدارَيْنِ مُفَرَّغٌ مِنَ الهَواءِ (لِمَنْعِ انْتِقالِ الحَرارَةِ بالحَمْلِ أَوِ التَّوْصيلِ). كَما إنَّ السَّطْحَ الخارِجِيَّ لِلْجِدارِ الدّاخِلِيِّ والسَّطْحَ الدّاخِلِيَّ لِلْجِدارِ الخارِجِيِّ مُفَضَّضانِ (لِمَنْعِ انْتِقالِ الحَرارَةِ بالإشْعاعِ). والقارورةُ مُحاطَةٌ بالفِلِّينِ أَوِ اللِّبادِ وكِلاهُما كالزُّجاجِ عازِلٌ لِلْحَرارَةِ. أَمّا فُوهَةُ القارورَةِ فَلَها سِدادٌ فِلِّينِيٌّ يُغَطّيهِ سِدادٌ لَوْلَبِيٌّ كَأْسِيٌّ يُمْكِنُ اسْتِخْدامُهُ كَفِنْجانٍ.





سَرابُ الفَيافي

الهَواءُ السّاخِنُ

في أَيّامِ الصَّيفِ الحارَّةِ تَلحَظُ الأَشياءَ تَرْتَعِشُ وأَنْتَ تَنْظُرُ إِلَيْها عَبْرَ الهَواءِ السّاخِنِ. ولَعَلَّكَ شاهَدْتَ مِرارًا وأَنْتَ تَسيرُ على طَريقٍ إِسْفَلْتيَّةٍ لَمَعانَ سَطْحِ الطَّريقِ عَنْ بُعْدٍ وكأَنَّ الطَّريقَ مُبْتَلَّةٌ أَوْ كأَنَّ سَطْحَها مِرْآويٌّ صَقيلٌ.

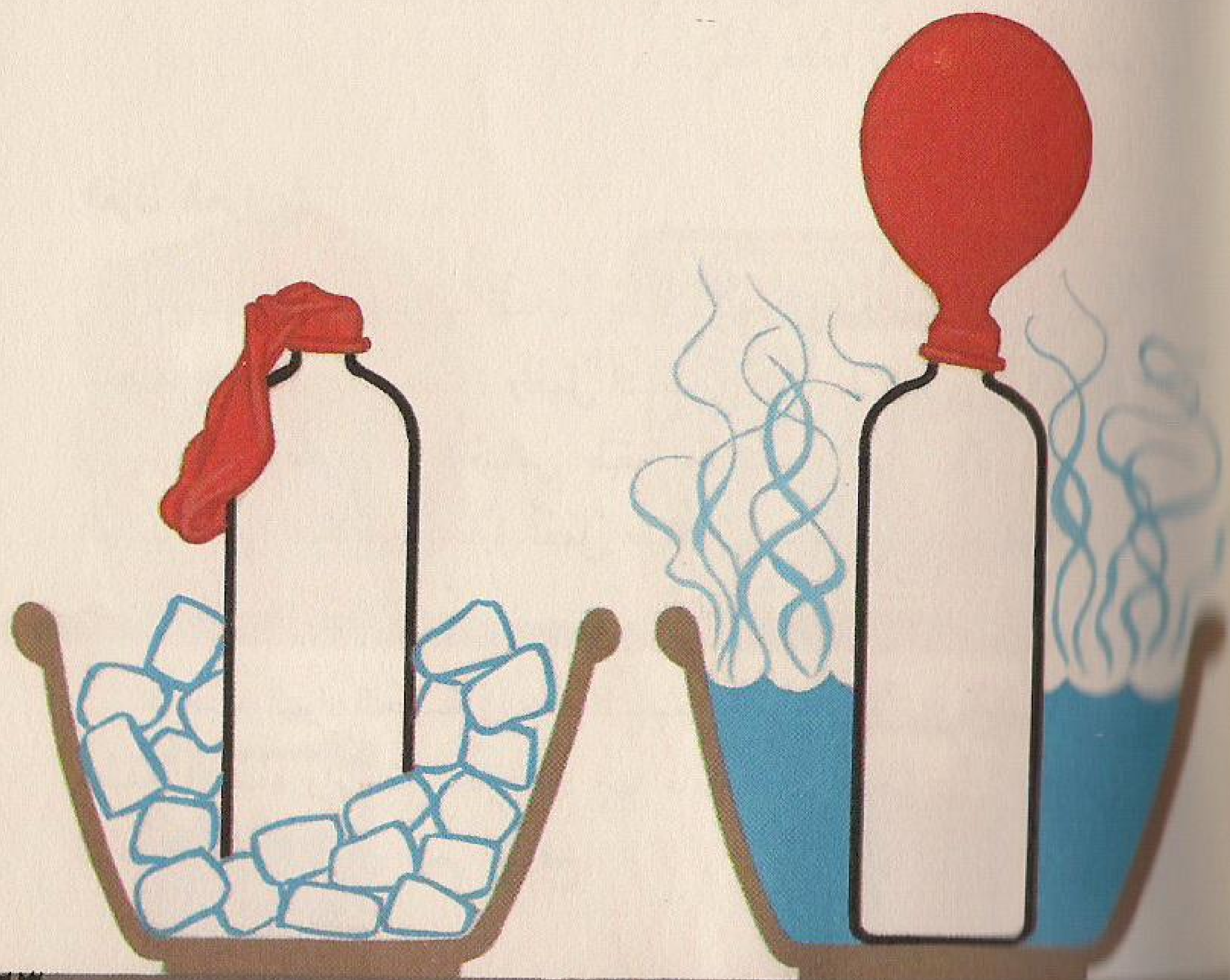
هٰذِهِ الظّاهِرَةُ تُعْرَفُ بِالسَّرابِ. فالمُسافِرُ عَبْرَ الصَّحْراءِ يَرى أَحْيانًا ما يَبْدو وكَأَنَّهُ ماءٌ عَن بُعْدٍ، لٰكِنْ سُرْعانَ ما تَتَبَدَّدُ آمالُهُ بِالسَّرابِ. إنَّ الأَشِعَّةَ الضَّوْئِيَّةَ المُنْتَقِلَةَ مِنْ طَبَقَةِ هَواءٍ أَبْرَدَ إلى أُخرى أَسْخَنَ (لِمُلامَسَتِها الرَّمْلَ الحارَّ) تَنْعَكِسُ كَما لَوْ أَنَّها انْعَكَسَتْ على مِرْآةٍ مِمّا يُعْطي النّاظِرَ انْطِباعًا بِوُجودِ الماءِ. وأَحْيانًا تَعْكِسُ هٰذِهِ الأَشِعَّةُ زُرْقَةَ السَّماءِ فَيَتَراءى لِلنّاظِرِ أَنَّهُ عَلى مَشارِفِ بُحَيْرَةٍ. وَحينَ تَكونُ طَبَقَةُ الهَواءِ المُلامِسَةُ لِلأَرْضِ أَبْرَدَ مِمّا فَوْقَها تَنْعَكِسُ صُوَرُ الأَشْياءِ البَعيدَةِ بِحَيْثُ تَبْدو مَمْطولَةً عَمودِيًّا

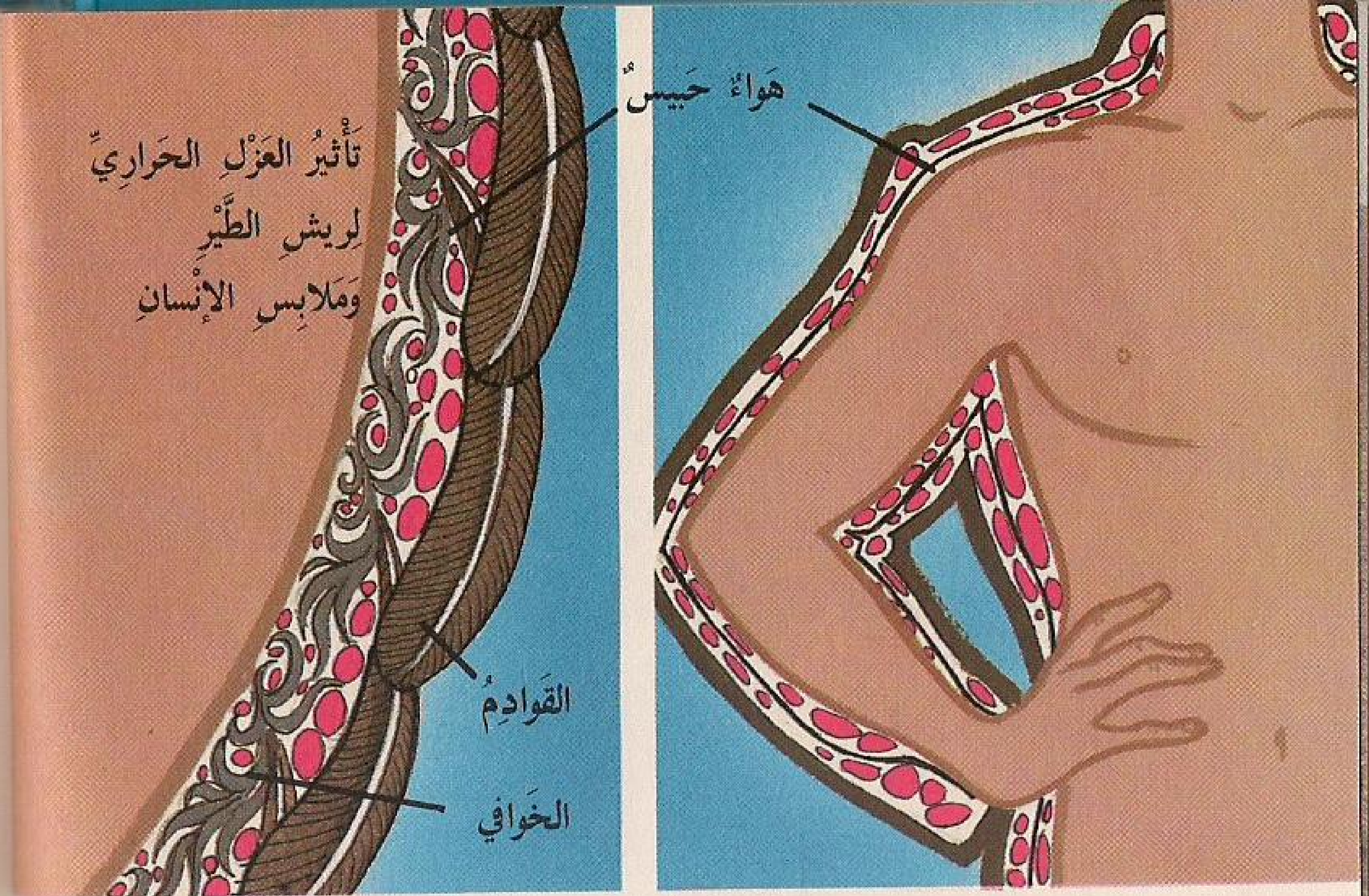
أَوْ مَقْلوبَةً فَوْقَ مُسْتَوى الأُفُقِ. وَهٰذا النَّوْعُ مِنَ السَّرابِ يَغْلِبُ حُدوثُهُ فَوْقَ البَحْرِ وَفي الفَيافي البارِدَةِ.

الهَواءُ البارِدُ

في لَيالي الشِّتاءِ البارِدَةِ ونَحْنُ مُسْتَكِنّونَ في غُرْفَةٍ دافِئَةٍ تُضايِقُنا تَيّاراتُ الهَواءِ البارِدِ المُتَسَرِّبَةُ مِنْ أَسْفَلِ النّافِذَةِ أَوْ مِنْ عَتَبَةِ البابِ. هٰذا الهَواءُ البارِدُ ثَقيلٌ نِسْبِيًّا لٰكِنَّهُ في الدِّفْءِ يَتَمَدَّدُ ويَرْتَفِعُ فَيَلُفُّنا ويُشْعِرُنا بِقُشَعْريرَتِهِ.

ولِبَيانِ تَمَدُّدِ الهَواءِ وتَقَلُّصِهِ بِتَغَيُّرِ دَرَجَةِ الحَرارَةِ، ثَبِّتْ بالونًا في فُوْهَةِ قِنّينَةٍ ثُمَّ اغْمِسِ القِنّينَةَ في ماءٍ حارٍّ، ولاحِظْ ما يَحْدُثُ. أُغْمُرِ القِنّينَةَ بِالثَّلْجِ ولاحِظِ الفَرْقَ.





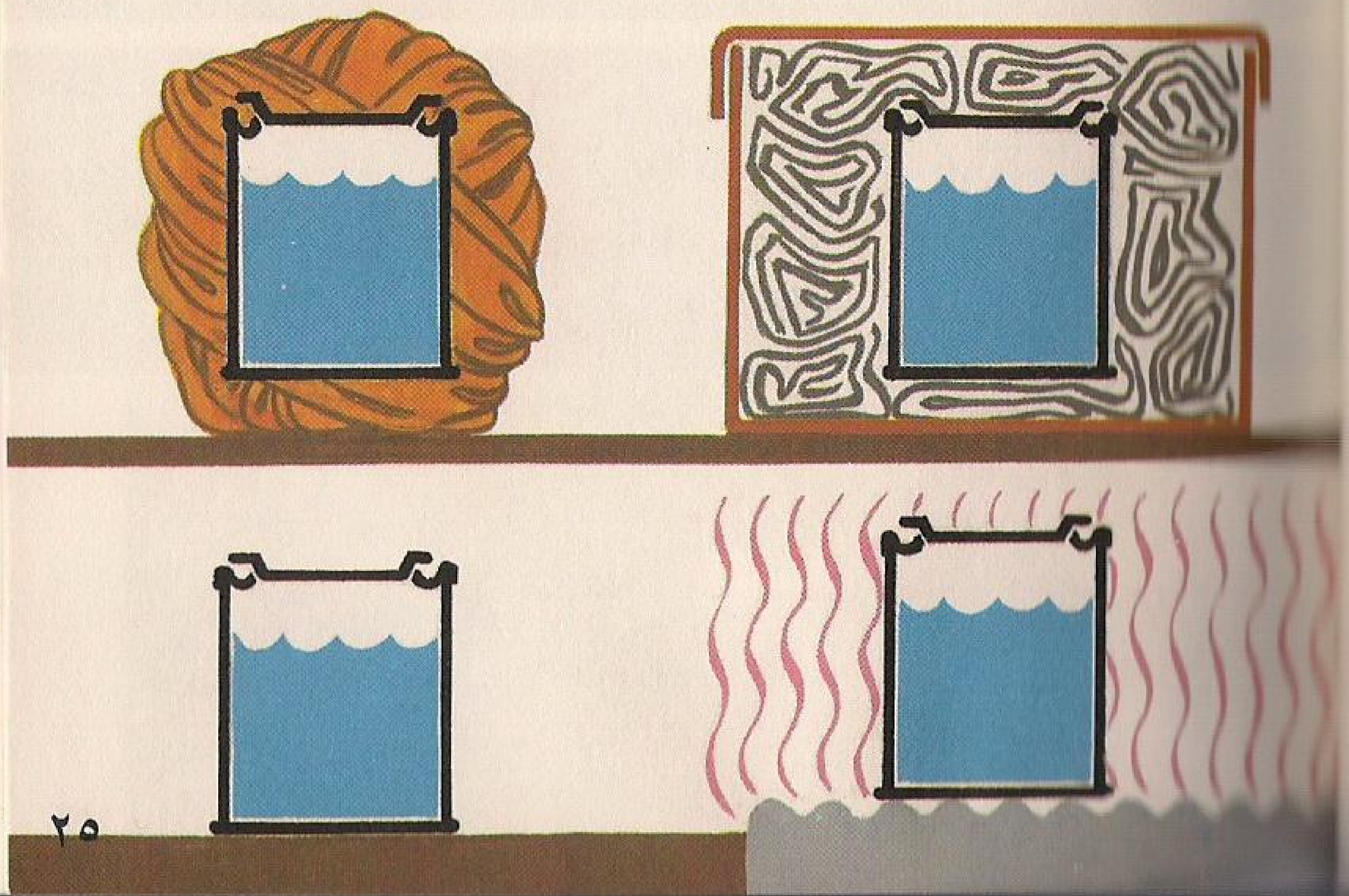
العَزْلُ الحَراريُّ

نَشْعُرُ بالبَرْدِ حينَما يَتزايَدُ فِقدانُ أَجْسادِنا لِلْحَرارَةِ. فالهَواءُ البارِدُ يَسْلُبُنا الدِّفْءَ إذا لامَسَ أَجْسادَنا. وتَعْمَلُ الثِّيابُ في الإنسانِ والفَرْوُ في الحَيَوانِ والرِّيشُ في الطُّيورِ عَلى احْتِباسِ طَبَقَةٍ عازِلَةٍ مِنَ الهَواءِ تَحْفَظُ حَرارَةَ الجِسْمِ. وفي المَناطِقِ الحارَّةِ تَعْمَلُ طَبَقَةُ الهَواءِ هٰذِهِ عَكْسِيًّا فَتَحْجُبُ حَرارَةَ الطَّقْسِ عَنِ الجِسْمِ.

إنَّ طَبَقَةَ الهَواءِ الحَبيسَةَ في مادَّةِ الثِّيابِ أوِ الفَرْوِ أوِ الرِّيشِ لَيْسَتْ هِيَ مَصْدَرَ الدِّفْءِ وإنَّما هِيَ حافِظَتُهُ. إنَّها مادَّةُ العَزْلِ الحَراريِّ لِراحَتِنا في البَرْدِ القارِسِ كَما في الحَرِّ اللّافِحِ.

وكَما نَهْتَمُّ بِعَزْلِ أَجْسادِنا حَراريًّا عَلَيْنا الاهْتِمامُ بِعَزْلِ بُيوتِنا لِتَوفيرِ الطّاقَةِ. ووَسائِلُ العَزْلِ الحَراريِّ في المَنْزِلِ مُتَعَدِّدَةٌ – مِنْ تَعْبِئَةِ الجُدْرانِ بِالمَطّاطِ الإسْفَنْجيِّ إلى تَبْطينِ العُلِّيّاتِ ولَفِّ أَنابيبِ المِياهِ السّاخِنَةِ بِالخَيْشِ والقَطِرانِ لِمَنْعِ سُروبِ الحَرارَةِ.

ولِبَيانِ مَفْعولِ العَزْلِ الحَراريِّ وشِدَّتِهِ اجْمَعْ ثَلاثَ عُلَبٍ مَعْدِنِيَّةٍ مُتَماثِلَةٍ. ضَعِ العُلْبَةَ الأُولى في صُنْدوقٍ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى واحْشُ ما حَوْلَها بِوَرَقِ الجَرائِدِ. لُفَّ الثّانِيَةَ بِقُماشٍ صوفيٍّ ثَخينٍ واتْرُكِ الثّالِثَةَ دونَ تَغْليفٍ. امْلإِ العُلَبَ بِالماءِ السّاخِنِ وَغَطِّها، ثُمَّ قِسْ دَرَجَةَ حَرارَةِ الماءِ في كُلٍّ مِنْها بَعْدَ عَشْرِ دَقائِقَ وبَعْدَ عِشْرينَ دَقيقَةً وبَعْدَ ثَلاثينَ دَقيقَةً. هَلْ كانَ لِلْعَزْلِ تَأْثيرٌ في حِفْظِ الحَرارَةِ؟ أيُّ العَزْلَيْنِ كانَ أَنْجَحَ؟ إنَّ العازِلَ الأَفْضَلَ هُوَ الأَقْوى عَلى احْتِباسِ الهَواءِ ومَنْعِهِ مِنَ التَّسَرُّبِ، وبِذٰلِكَ يَحْفَظُ الماءَ ساخِنًا لِمُدَّةٍ أَطْوَلَ.



الهواءُ والطَّقسُ

الرِّيحُ هَواءٌ مُتدَفِّقٌ. أُنفُخْ بالونًا بشِدَّةٍ حتّى تُحِسَّ بتزايُدِ ضَغْطِ الهَواءِ على غِشائِه. خَلِّ فُوْهَةَ البالونِ فيَتدَفَّقَ الهَواءُ إلى خارجِ البالونِ حَيْثُ الضَّغْطُ الأَقلُّ. فالهَواءُ ككُلِّ الموائعِ يَسْري مِنْ مَناطِقِ الضَّغْطِ المُرْتَفِعِ إلى حَيْثُ الضَّغْطُ الخَفيضُ. وهُبوبُ الرِّيحِ لَطيفَةً هُوَ النَّسيمُ.

تَسْخُنُ اليابِسَةُ نَهارًا أَسْرَعَ مِنَ الماءِ، فيَتَمَدَّدُ الهَواءُ فَوْقَها (ويَقِلُّ ضَغْطُهُ) فيَحُلُّ مَكانَهُ الهَواءُ الأَبْرَدُ مِنَ البَحْرِ – نَسيمُ البَحْرِ. وتَنْعَكِسُ الحالُ لَيْلًا لأَنَّ اليابِسَةَ تَبْرُدُ أَسْرَعَ بكَثيرٍ مِمّا يَبْرُدُ البَحْرُ فيَرْتَفِعُ هَواءُ البَحْرِ الأَسْخَنُ لِيَحُلَّ مَحَلَّهُ هَواءُ اليابِسَةِ – نَسيمُ البَرِّ.



نَسيمُ البَحْرِ ونَسيمُ البَرِّ

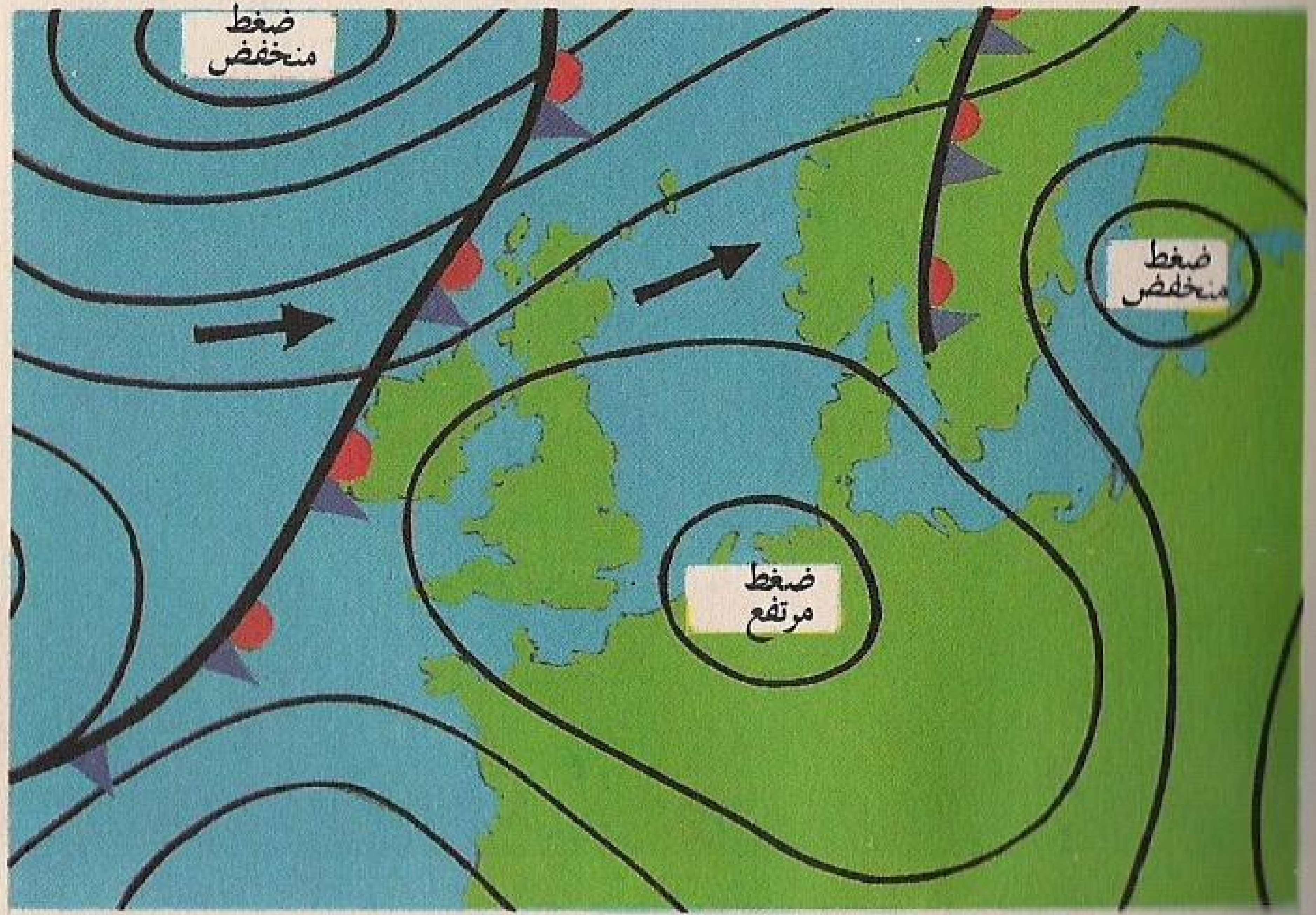
ولاخْتِلافِ دَرَجاتِ الحَرارَةِ وتَبايُنِ ضَغْطِ الهَواءِ فَوْقَ البَرِّ والبَحْرِ تَهُبُّ الرِّياحُ المُخْتَلِفَةُ على سَطْحِ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ. وبَعْضُ هٰذِهِ الرِّياحِ ثابِتُ الاتِّجاهِ لِفَتَراتٍ طَويلَةٍ كالرِّياحِ التِّجارِيَّةِ الَّتي كانَتْ حَليفَ الرُّبّانِ

عَبْرَ البحارِ أَيّامَ السُّفُنِ الشِّراعِيَّةِ. ويَفْصِلُ نِصْفَي الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ نِطاقٌ مِنَ الضَّغْطِ الخَفيضِ، تَنْعَدِمُ فيهِ الرِّياحُ أَوْ تَكادُ، هُوَ نِطاقُ الرَّهْوِ الاسْتِوائِيِّ.

التَّنَبُّؤُ بالأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ

تَقومُ مَحَطّاتُ وسُفُنُ الأَرْصادِ الجَوِّيَّةِ حَوْلَ العالَمِ بتَقَصّي الأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ يَوْمِيًّا. فتَقيسُ دَرَجاتِ الحَرارَةِ وسُقوطَ المَطَرِ وسُرْعَةَ الرِّياحِ واتِّجاهَها وضَغْطَ الهَواءِ وسِواها مِنْ مَعالِمِ الطَّقْسِ بمُخْتَلِفِ الآلاتِ. وتَسْتَعينُ مَحَطَّةُ الأَرْصادِ المَحَلِّيَّةُ بهٰذِهِ القِياساتِ بالإضافَةِ إلى ما تُسَجِّلُهُ آلاتُها هِيَ لإِعْدادِ النَّشْرَةِ الجَوِّيَّةِ وإِرْسالِها إلى الصُّحُفِ ودُورِ الإذاعَةِ.

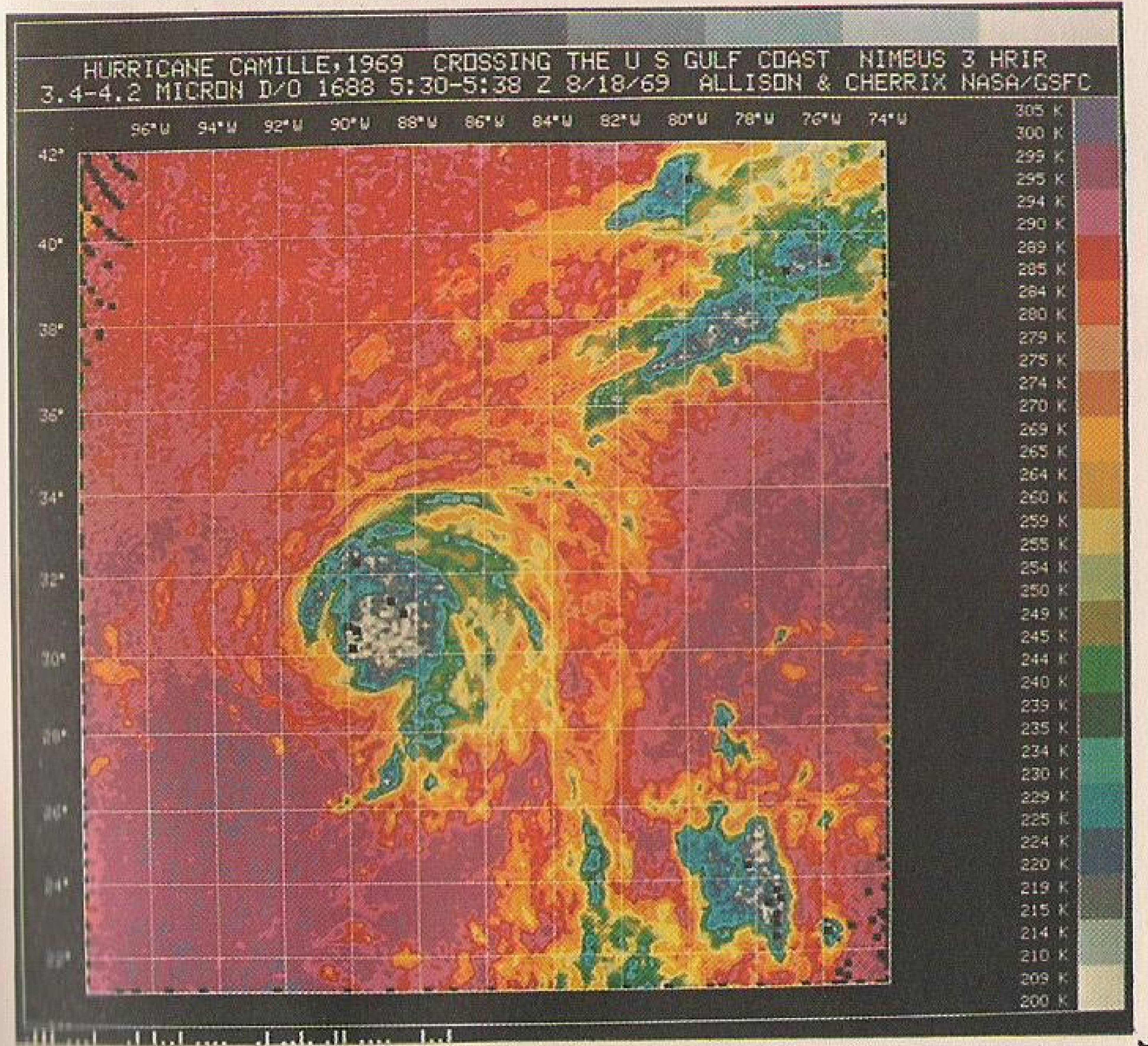
وفي مَحَطّاتِ الأَرْصادِ الدَّوْلِيَّةِ تُسَجَّلُ المَعْلوماتُ الجَوِّيَّةُ على خَرائطَ يُسْتَعانُ بها في التَّنَبُّؤِ عَنْ أَحْوالِ الجَوِّ بدِقَّةٍ مَعْقولَةٍ. أَمّا التَّنَبُّؤاتُ الطَّويلَةُ المَدى فمُتَعَذِّرَةٌ بِسَبَبِ التَّغَيُّراتِ السَّريعَةِ في دَرَجَةِ حَرارَةِ الهَواءِ وضَغْطِهِ.



العواصِفُ والأَعاصيرُ

تَتَبايَنُ الرِّياحُ مِنْ حَيْثُ شِدَّتُها وسُرْعَتُها بِتَبايُنِ الأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ . وقَدْ وَضَعَ الأَميرالُ فرنسيس بوفورت (١٧٧٤–١٨٥٧) مِقْياسًا لِشِدَّةِ الرِّياحِ لا يَزالُ قَيْدَ الاِسْتِعْمالِ في النَّشَراتِ الجَوِّيَّةِ الخاصَّةِ بالمِلاحَةِ .

القُوَّة	السُّرعَة	الشِّدَّة	التَّأثير
٠	دون ٤ كلم/السّاعة	هادئة	يرتفع الدّخان عموديًّا
١–٣	٤–٢٤ كلم/السّاعة	نسيم	تهتزّ أغصان الشّجر
٤–٥	٢٤–٤٦ كلم/السّاعة	ريح معتدلة	تمايل قليلاً الشّجر الصّغار
٦–٧	٤٨–٧٤ كلم/السّاعة	ريح قويّة	تمايل قليلاً الشّجر الكبار
٨–٩	٧٦–١١٠ كلم/السّاعة	عاصفة	تسقط طرابيش المداخن وألواح السّقوف
١٠–١١	١١٢–١٥٠ كلم/السّاعة	عاصفة شديدة	خراب شامل
١٢	فوق ١٥٠ كلم/السّاعة	إعصار	كارثة !



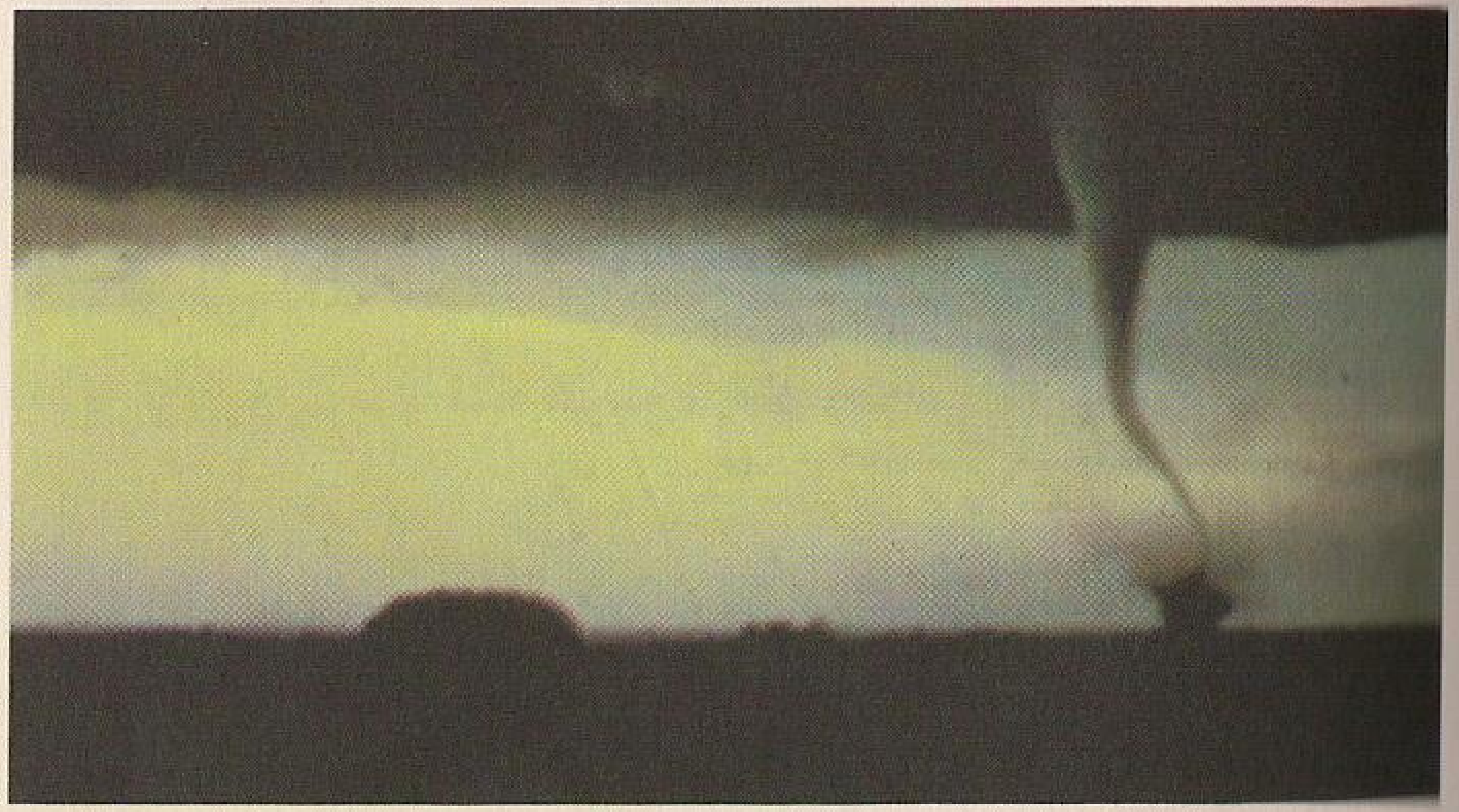
إعصارٌ في مِنْطَقَةِ البَحْرِ الكَرِيبيِّ (كَما سَجَّلَهُ الكُمْبيوتَر)

العَواصِفُ

تُسَبِّبُ العَواصِفُ أَضْرارًا في النَّباتِ والمُمْتَلَكاتِ ، وتَخْلُقُ المَتاعِبَ لِلمَلاّحينَ وتُغْرِقُ السُّفُنَ الصَّغيرَةَ أَحْيانًا .

الأَعاصيرُ (المَدارِيَّةُ)

هِيَ أَعْتى أَنْواعِ الرِّياحِ وأَشَدُّها في مِقْياسِ بوفورت وهْيَ أَكْثَرُ العَواصِفِ الهَوْجاءِ تَدْميرًا وتَخْريبًا . ومَعَ أَنَّها قَدْ تَضْرِبُ أَيَّ مَكانٍ في العالَمِ تَحْتَ أَسْماءٍ مُخْتَلِفَةٍ فإنَّها جَميعَها تَبْدَأُ أَصْلاً في مَناطِقَ مَدارِيَّةٍ .



الإِعْصاراتُ الدَّوّامِيَّةُ (أَوِ القِمْعِيَّةُ)

تَتَكَوَّنُ الإِعْصاراتُ الدَّوّامِيَّةُ عِنْدَ اصْطِدامِ كُتَلٍ ضَخْمَةٍ مِنَ الهَواءِ الدّافِئِ والبارِدِ ، ويَصْحَبُها عادَةً عَواصِفُ رَعْدِيَّةٌ وبَرَدٌ . ويَسيرُ الإِعْصارُ القِمْعِيُّ بِسُرْعَةِ ٤٠ إلى ٨٠ كيلومِتْرًا في السّاعَةِ ، وقَدْ يَسْتَمِرُّ ساعَةً يَنْشُرُ الخَرابَ والرُّعْبَ مُقْتَلِعًا الأَشْجارَ والسِّياجاتِ ومُدَمِّرًا المَنازِلَ .

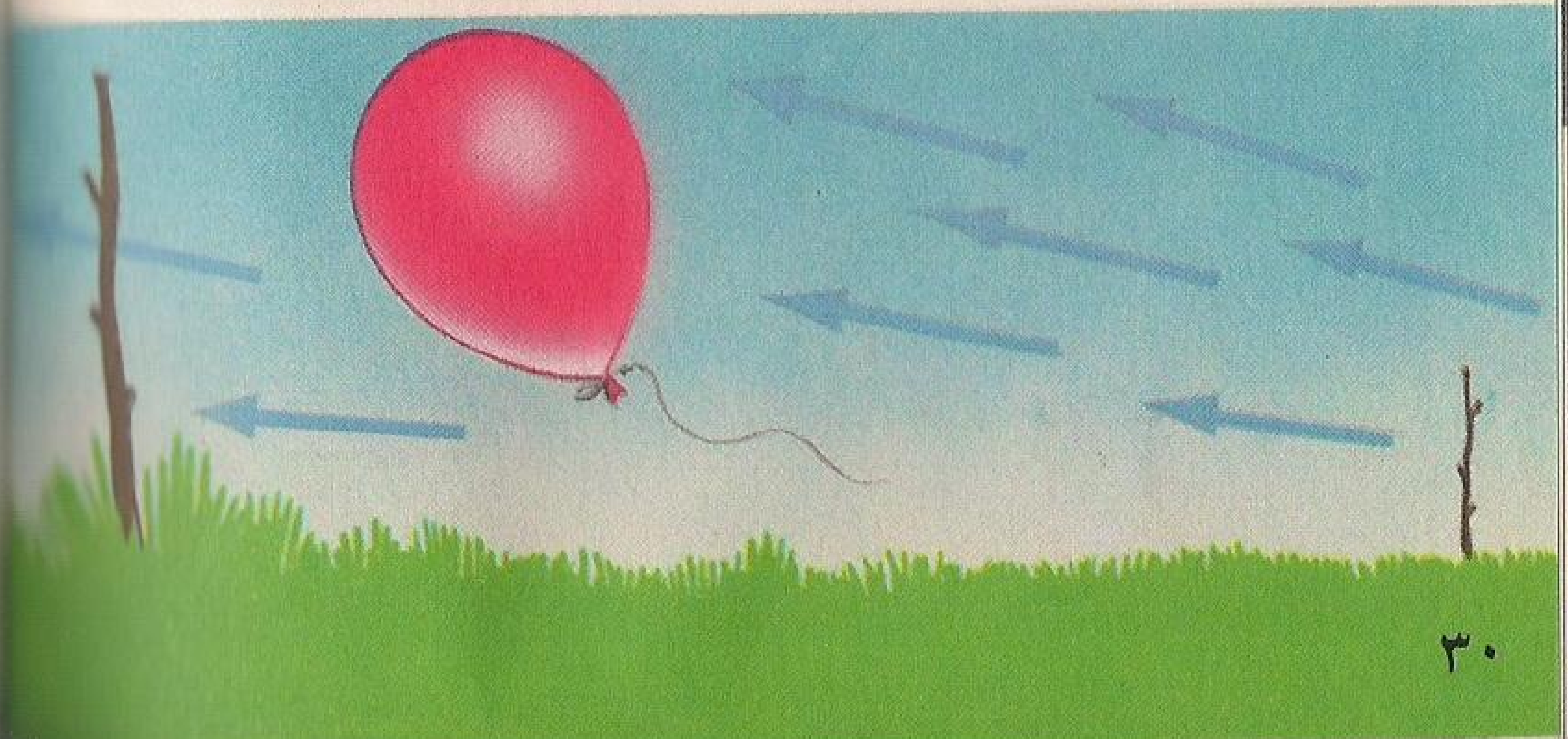
كَيْفَ تَصْنَعُ مِقْياسًا لِسُرْعَةِ الرِّيحِ واتِّجاهِها

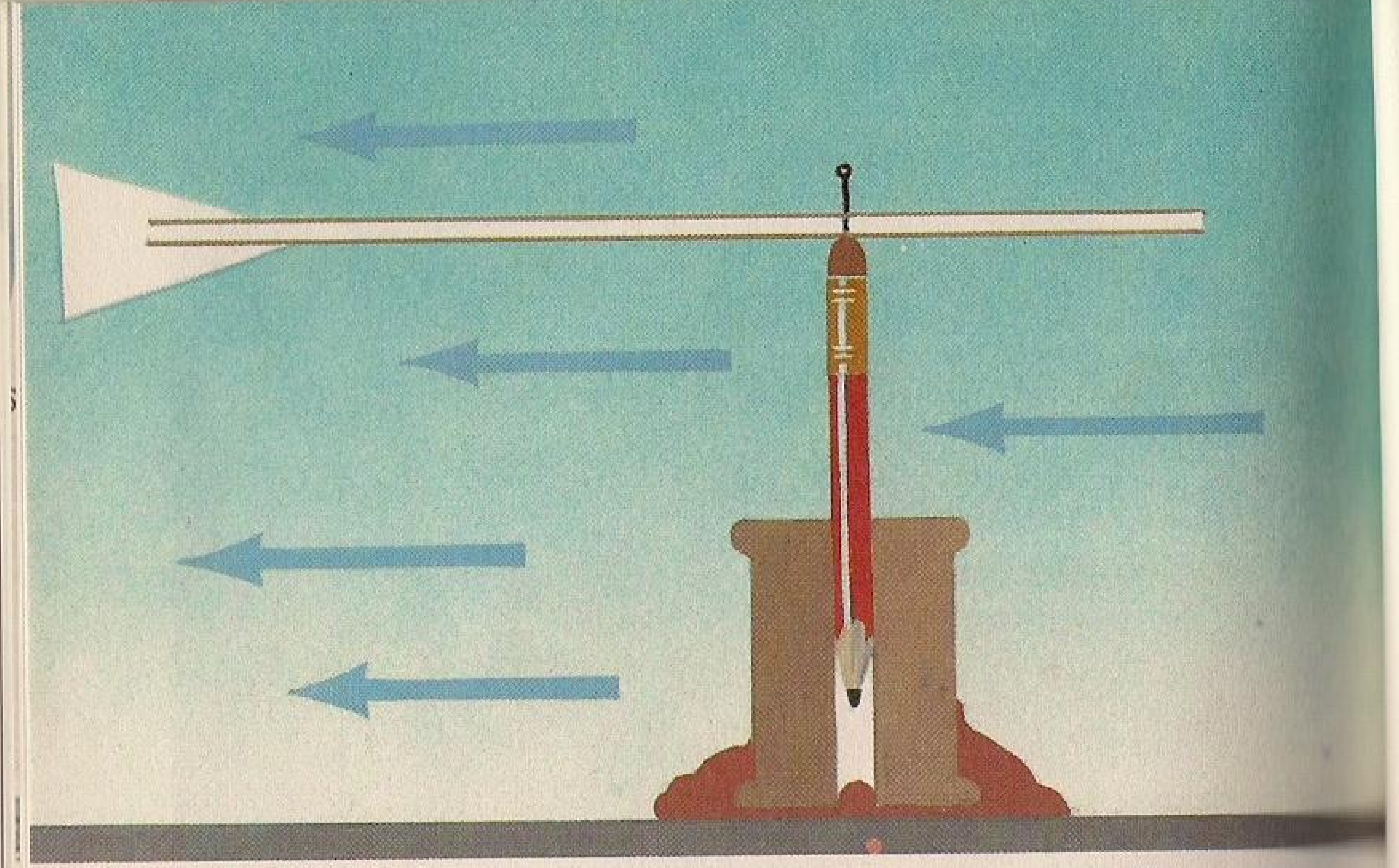
يُمْكِنُكَ الشُّعورُ بِمُقاوَمَةِ الهَواءِ إذا حَمَلْتَ لَوْحًا مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى أَوْ كيسًا مَفْتوحًا مِنَ النّايْلونِ ورَكَضْتَ بِهِ في مُضادَّةِ الرّيحِ . إنَّ قِياسَ سُرْعَةِ الرِّيحِ بِدِقَّةٍ أَمْرٌ مُتَعَذِّرٌ لأَنَّها سَريعَةُ التَّقَلُّبِ شِدَّةً واتِّجاهًا ، لٰكِنَّ ذٰلِكَ لَنْ يُقَلِّلَ مِنْ مُتْعَةِ المُحاوَلَةِ .

إِخْتَرْ يَوْمًا تَكونُ فيهِ الرِّيحُ شَديدَةً نَوْعًا وَأَطْلِقْ بالونًا مَنْفوخًا لِتَحْمِلَهُ الرِّيحُ مَعَها. وَقِّتِ المَدى الَّذي يَسْتَغْرِقُهُ البالونُ في قَطْعِ مَسافَةٍ مُحَدَّدَةٍ وَاحْسُبْ سُرْعَةَ الرِّيحِ التَّقريبِيَّةَ. عُدْ إلى جَدْوَلِ بوفورْت (لِتَحْديدِ نَوْعِيَّةِ الرِّيحِ). إنَّ عُلَماءَ الأَرْصادِ يَسْتَخْدِمونَ مِقْياسًا خاصًّا (الأَنيمومِتْر) لِهٰذِهِ الغايَةِ .

ولِتَعْيينِ اتِّجاهِ الرِّيحِ يُمْكِنُكَ صُنْعُ نَموذَجٍ مُبَسَّطٍ لِدَوّاراتِ الرِّيحِ المُنَمَّقَةِ الَّتي تَراها أَحْيانًا فَوْقَ بَعْضِ المَباني الشّاهِقَةِ أَوِ الرَّسْمِيَّةِ. لِصُنْعِ هٰذِهِ الدَّوّارَةِ يَلْزَمُكَ قَشَّةُ شُرْبٍ ، قَلَمُ رَصاصٍ ذو مِمْحاةٍ في طَرَفِهِ ، بَكَرَةُ خُيوطٍ فارِغَةٌ ، صَمْغٌ ، وَرَقٌ خَفيفٌ وَبْلاستيسينٌ.

قُصَّ مِنَ الوَرَقِ قِطْعَةً سَهْمِيَّةَ الشَّكْلِ وَأَدْخِلْها في شَقٍّ عَبْرَ طَرَفِ قَشَّةِ الشُّرْبِ. ثَقِّلِ البَكَرَةَ بِالبْلاستيسينِ حَتّى لا تَنْقَلِبَ ثُمَّ اغْرِزْ دَبّوسًا في مَرْكَزِ



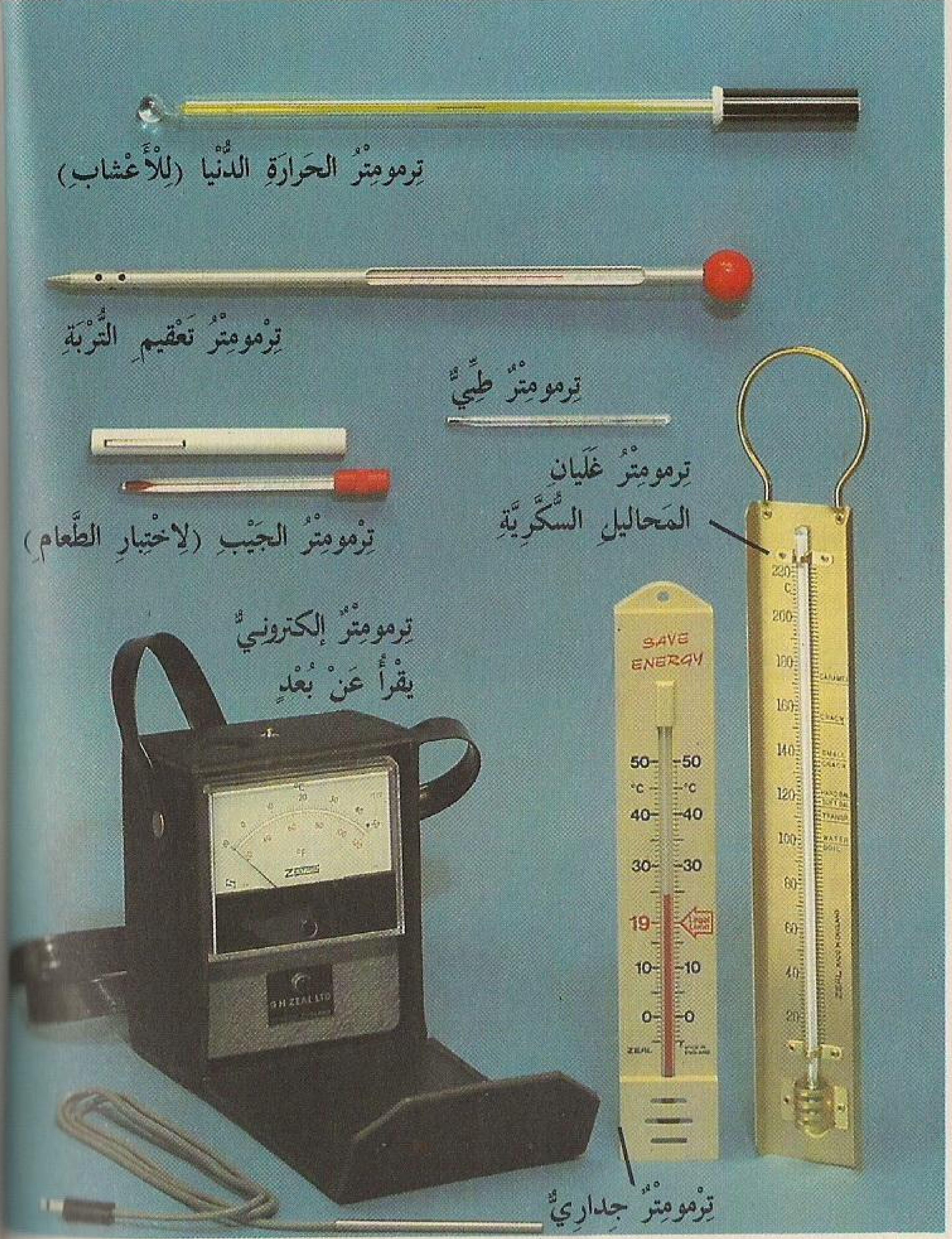


قَشَّةِ الشُّرْبِ كَمِحْوَرِ دَوَرانٍ وَثَبِّتِ القَشَّةَ أُفُقِيًّا بِغَرْزِ الدَّبّوسِ في مِمْحاةِ القَلَمِ. عَلِّمْ عَلى البَكَرَةِ الجِهاتِ الأَرْبَعَ : شَمال ، شَرْق ، جَنوب ، غَرْب .

في الصَّباحِ ثَبِّتِ البَكَرَةَ في مَكانٍ مُسَطَّحٍ (فَوْقَ جِدارٍ أَوْ سِياجٍ) وعَلامَةُ الشَّرْقِ بِاتِّجاهِ الشَّمْسِ ، ثُمَّ راقِبْ حَرَكَةَ مُؤَشِّرِ الدَّوّارَةِ. يُحَدَّدُ اتِّجاهُ الرِّيحِ بِاتِّجاهِ هُبوبِها ، فالرِّيحُ جَنوبِيَّةٌ إذا كانَتْ تَهُبُّ مِنَ الجَنوبِ وشَمالِيَّةٌ إنْ كانَتْ تَهُبُّ مِنَ الشَّمالِ .

كُمُّ الرِّيحِ

تَسْتَخْدِمُ بَعْضُ المَطاراتِ الصَّغيرَةِ دَوّاراتِ ريحٍ عَلى شَكْلِ كُمٍّ مِنْ نَسيجٍ زاهي اللَّوْنِ مُعَلَّقٍ مِنْ رَأْسِ عَمودٍ خَشَبِيٍّ. وعِنْدَ اشْتِدادِ الرِّيحِ يَمْتَدُّ هٰذا الكُمُّ أُفُقِيًّا مُبَيِّنًا لِرُبّانِ الطّائِرَةِ اتِّجاهَ الرِّيحِ في مَنْطِقَةِ المَطارِ .



التِّرْمومتْرُ (ميزانُ أَوْ مِقْياسُ الحرارةِ)

تُقاسُ دَرجاتُ الحرارةِ بالتِّرمومِتْراتِ. وهِيَ تَقيسُ إمّا بِدَرجاتِ سِلْسيوس المِئويَّةِ (دَرجةُ غَلَيانِ الماءِ ١٠٠° ودَرجةُ التَّجمُّدِ صِفْر) أوْ بِدَرجاتِ فِرِنْهَيْت (دَرجةُ غَلَيانِ الماءِ ٢١٢° ودَرجةُ التَّجمُّدِ ٣٢°).

صَنَعَ غاليليو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) أَوَّلَ ميزانِ حَرارةٍ مِنْ أُنْبوبٍ زُجاجيٍّ مُنْكَسٍ في الماءِ، لَهُ في طَرَفِهِ العُلْويِّ بُصَيْلَةٌ مُعَبَّأَةٌ بالهَواءِ. فَبِتَغيُّرِ دَرجةِ حَرارةِ الهَواءِ يَتَغيَّرُ مُسْتوى الماءِ صُعودًا أَوْ هُبوطًا في الأُنْبوبِ. لٰكِنَّ هٰذا النَّوْعَ مِنَ التِّرْمومِتْرِ تُعْوِزُهُ الدِّقَّةُ لِأَنَّهُ يَتَأَثَّرُ أَيْضًا بِتَغيُّراتِ ضَغْطِ الهَواءِ.

يُسْتَخْدَمُ الزِّئْبَقُ في مُعْظَمِ التِّرمومِتْراتِ لِحَساسِيَّتِهِ الدَّقيقةِ لِلْحَرارةِ، ولِارْتِفاعِ دَرَجةِ غَلَيانِهِ (٣٥٦,٩° م) وانْخِفاضِ دَرجةِ تَجمُّدِهِ (− ٣٨,٨٧° م).

ويُسْتَخْدَمُ الكُحولُ المُلَوَّنُ في التِّرمومِتْراتِ المَنْزِليَّةِ لِأَنَّها لا تَسْتَدعي قِياسَ مَدًى شاسِعٍ مِنْ دَرجاتِ الحَرارةِ.

أَمّا التِّرمومِتْرُ الطِّبِّيُّ فَيُسْتَخْدَمُ في قِياسِ دَرجةِ حَرارةِ الجِسْمِ المَحْدودةِ المَدى، وتَحْتاجُ إلى رَجِّ التِّرمومِتْرِ قَبْلَ كُلِّ اسْتِعْمالٍ لِإعادةِ الزِّئْبَقِ إلى مُسْتَواهُ الخَفيضِ.

وفي قِياساتِ الرَّصْدِ الجَوِّيِّ (وَأَحْيانًا في الدَّفيئاتِ النَّباتيَّةِ) يُسْتَخْدَمُ تِرْمومِتْرُ نِهايَتَيِ الحَرارةِ العُظْمى والصُّغْرى لِتَسْجيلِ دَرجَتَيِ الحَرارةِ القُصْوى والدُّنْيا في مَدى أَرْبَعٍ وَعِشْرينَ ساعةً. وبَعْدَ القِراءةِ يُعادُ مُؤَشِّرا دَرجَتَيِ الحَرارةِ إلى سَطْحِ الزِّئْبَقِ في التِّرْمومِتْرِ بِواسِطةِ مِغْنَطيسٍ صَغيرٍ إعْدادًا لِلْقِراءةِ التّالِيَةِ.

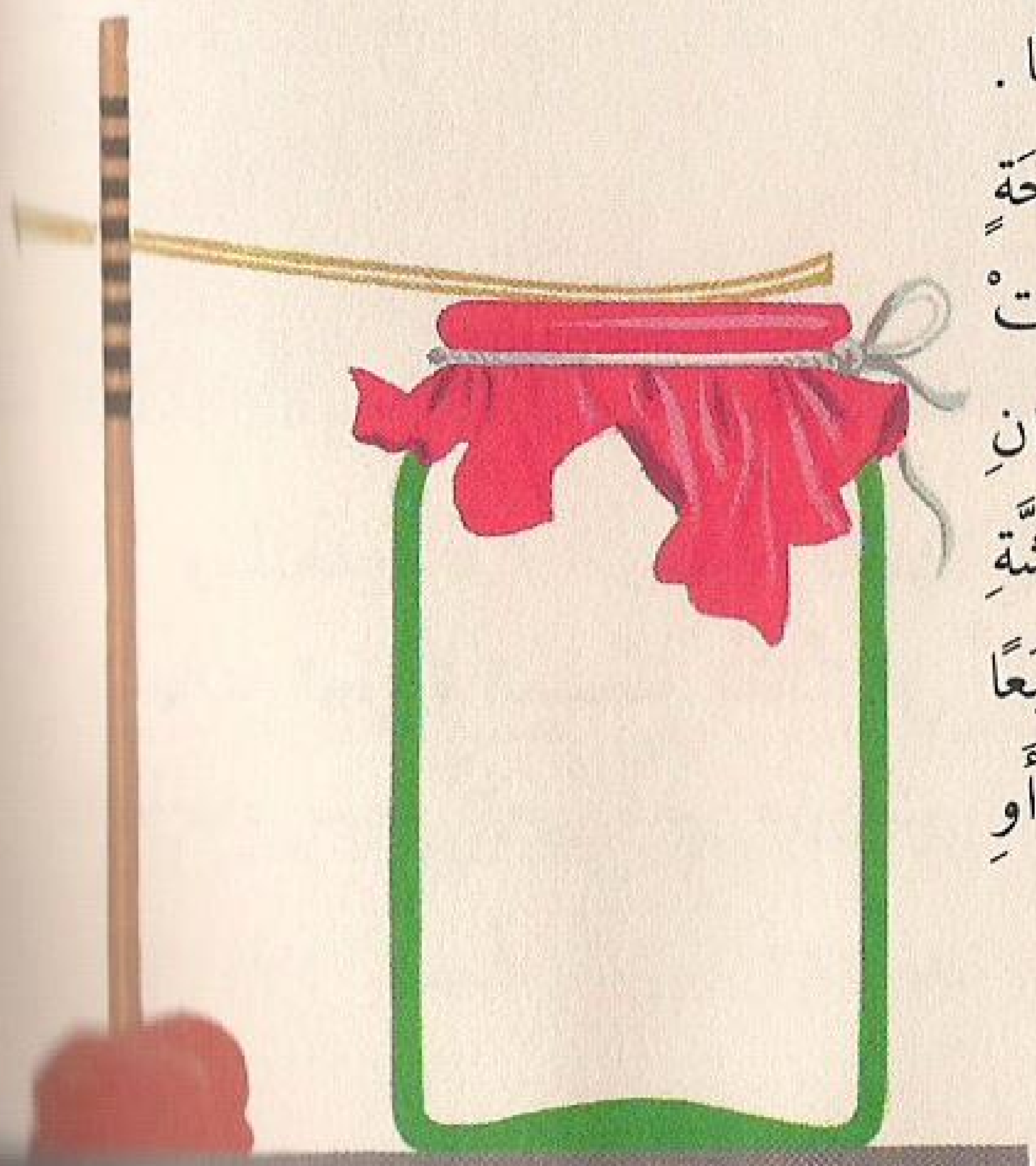
ويَسْتَخْدِمُ عُلَماءُ الأَرْصادِ كَذٰلِكَ مُسَجِّلاتِ حَرارةٍ كَهْرَبائيَّةً تَخُطُّ دَرجاتِ الحَرارةِ المُسَجَّلةِ تِلْقائِيًّا على أُسْطُوانةٍ دَوّارةٍ. وهٰكَذا تُزَوِّدُ خَبيرَ الأَرْصادِ بِسِجِلٍّ زَمَنِيٍّ لِتَغيُّرِ دَرجاتِ الحَرارةِ في الفَتْرةِ المُحَدَّدةِ.

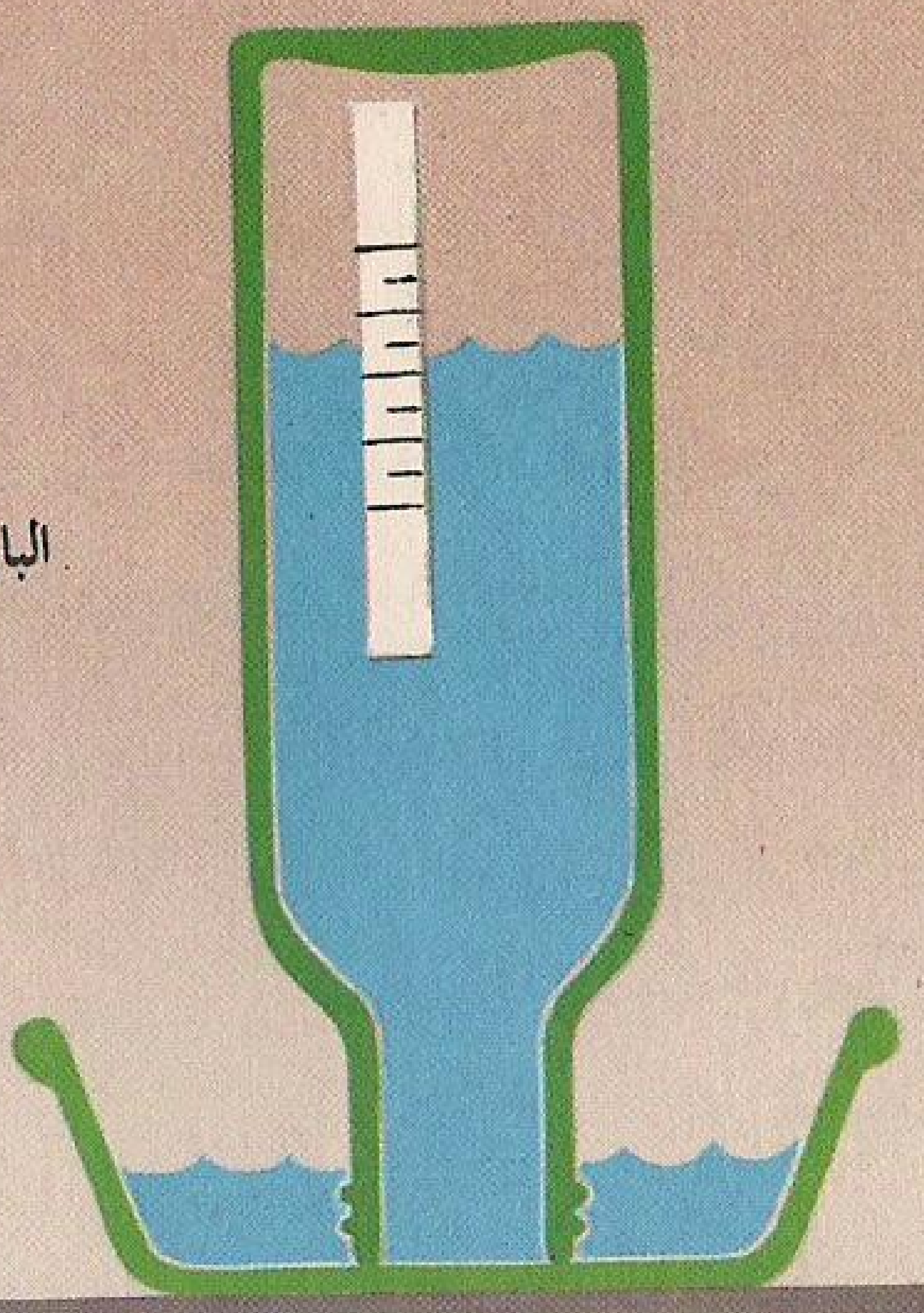
البارومتر (مِقْياسُ الضَّغْطِ الجوِّيِّ)

الأَحْوالُ الجَوِّيَّةُ وتَغَيُّراتُها أُمورٌ تهمُّنا جميعًا – فالمُزارِعُ والمَلّاحُ والرِّياضِيُّ والرَّجُلُ العادِيُّ يهمُّهُمْ مَعْرِفَةُ ما سَيَكونُ عَلَيْهِ الطَّقْسُ في يَوْمِهِمْ أَوْ غَدِهِمْ لِتَدَبُّرِ أَعْمالِهِمْ ومَشاريعِهِم فلا يُفاجَؤُونَ بِما لَيْسَ في الحُسْبانِ. وتَقومُ مَحطّاتُ الأَرْصادِ الجَوِّيَّةِ حَوْلَ العالَمِ بِتَبادُلِ المَعْلُوماتِ حَوْلَ الظُّروفِ الجَوِّيَّةِ السّائِدَةِ والمُتَوَقَّعَةِ ونَشْرِها. وتَنْتَشِرُ بَيْنَ النّاسِ أَقْوالٌ فولْكلورِيَّةٌ حَوْلَ نَوْعِ الطَّقْسِ المُتَوَقَّعِ مِنْ لَوْنِ المَغيبِ أَوِ الشَّفَقِ أَوْ ظُهورِ قَوْسِ قُزَحَ.

يُقاسُ الضَّغْطُ الجَوِّيُّ بالبارومِتْرِ، وهُوَ جِهازٌ ذو آلِيَّةٍ مُعَقَّدَةٍ نَوْعًا يَدُلُّ المُؤَشِّرُ فَوْقَ مينائِهِ عَلى الطَّقْسِ المُتَوَقَّعِ: رِياح، مَطَر، عاصِف، مُتَقَلِّب، إلخ. وفي ما يَلي طَريقَةٌ لِصُنْعِ بارومِتْرٍ بَسيطٍ في البَيْتِ.

غطِّ فُوهَةَ مَرْطَبانٍ صَغيرٍ بغشاءٍ بالونيٍّ (مطّاطيٍّ) مَشدودٍ بَعْدَ تَزْليقِ فُوهَةِ المَرْطَبانِ بالفازلين (أَو الزُّبْدِ) لإِحْكامِ السَّدِّ تَمامًا. صَمِّغْ طَرَفَ قَشَّةِ شُرْبٍ مُسَطَّحَةٍ إلى مَرْكَزِ الغِشاءِ المَطّاطِيِّ. ثَبِّتْ بالبْلاستيسين قَضيبًا مُدَرَّجًا لِبَيانِ حَرَكَةِ الطَّرَفِ السّائِبِ لِقَشَّةِ الشُّرْبِ صُعودًا أَوْ هُبوطًا تَبَعًا لانْخِفاضِ الضَّغْطِ الجَوِّيِّ أَوِ ارْتِفاعِهِ.





البارومتْرُ القِنّينَةُ

اِمْلأْ قِنّينَةً حَتّى ثَلاثَةِ أَرْباعِها بالماءِ ثُمَّ نَكِّسْها في طَبَقِ ماءٍ. أَلْصِقْ شَريحَةَ وَرَقٍ مُدَرَّجَةً عَلى ظاهِرِ القِنّينَةِ لِتَسْجيلِ تَغَيُّراتِ الضَّغْطِ الجَوِّيِّ. عَيِّنِ الدَّرَجَةَ حينَ الطَّقْسُ جَيِّدٌ وحينَما الطَّقْسُ ماطِرٌ عاصِفٌ، وبَيِّنْ عَلَيْها ذلِكَ. إنَّ ارْتِفاعَ الماءِ في القِنّينَةِ دَليلٌ عَلى ارْتِفاعِ ضَغْطِ الجَوِّ وتَحَسُّنِ الطَّقْسِ، أَمّا انْخِفاضُهُ فَقَدْ يَكونُ نَذيرَ مَطَرٍ أَوْ عَواصِفَ.

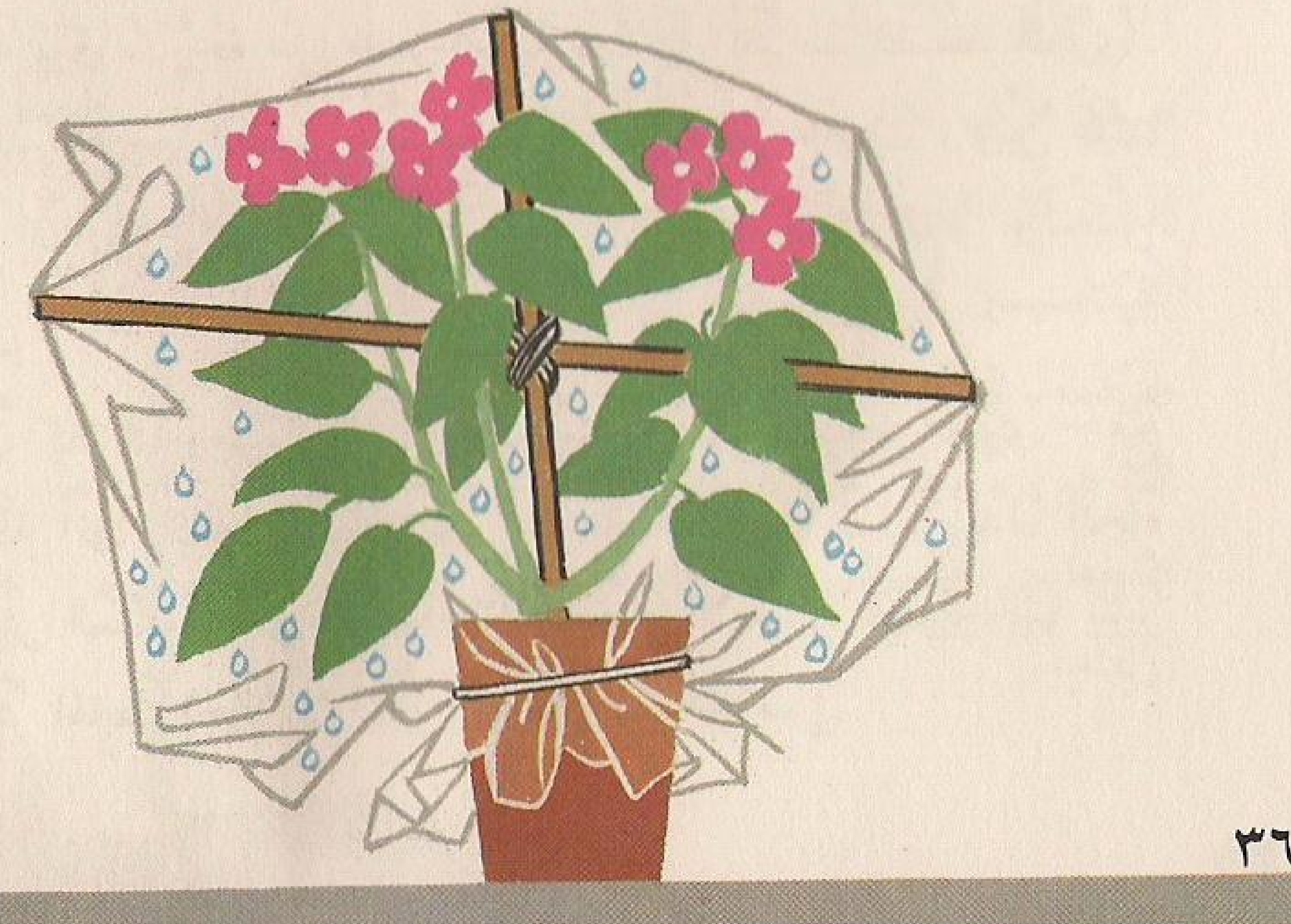
إنَّ كِلا البارومِتْرَيْنِ اللَّذَيْنِ صَنَعْتَهُما يُبَيِّنُ تَغَيُّرَ الضَّغْطِ الجَوِّيِّ – مَعَ مُلاحَظَةِ أَنَّهُما كِلَيْهِما يَتَأَثَّرانِ بِتَغَيُّرِ دَرَجَةِ الحَرارَةِ أَيْضًا. ويَدُلُّ اتِّجاهُ البارومِتْرِ المُسْتَمِرُّ نَحْوَ الصُّعودِ إلى تَحَسُّنِ الأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ بَيْنَما يُشيرُ البارومِتْرُ الهابِطُ إجْمالًا إلى تَغَيُّرِ الطَّقْسِ نَحْوَ الأَسْوَإِ.

الرُّطوبةُ في الهَواءِ

عِنْدَما يَتَصاعَدُ البُخارُ مِنْ إبريقِ الشّاي (أو الغَلّايَةِ) عِنْدَ غَلَيانِ الماءِ يَتحوَّلُ هٰذا البُخارُ إلى ماءٍ حالَما يُلامِسُ شَيْئًا بارِدًا ، فنقولُ إنَّهُ قَدْ تكاثَفَ . ولَوْ وَضَعْتَ راحَةَ يَدِكَ فَوْقَ حافَّةِ فِنْجانِ شايٍ ساخِنٍ مُدَّةَ دَقيقَةٍ فإنَّ البُخارَ الصّاعِدَ مِنْهُ يَتكاثَفُ ماءً على يَدِكَ البارِدَةِ .

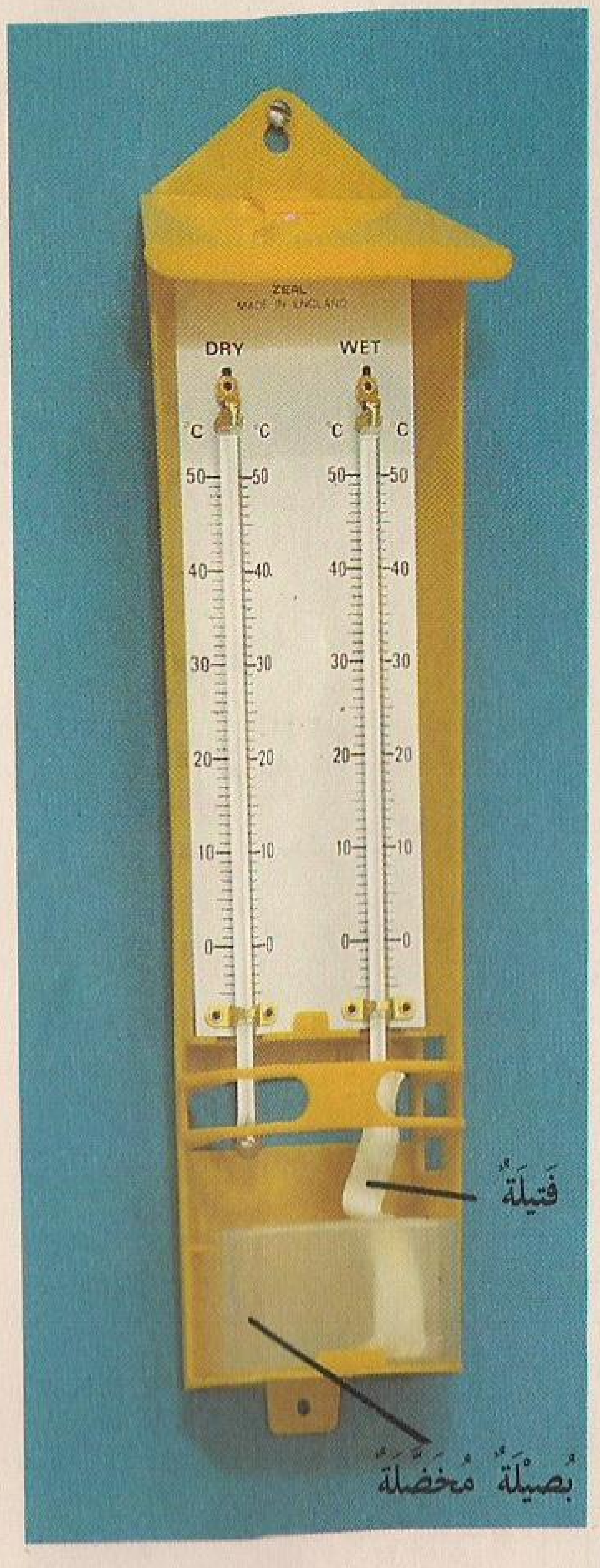
وَيَعْتَبِرُ عُلَماءُ الأَرْصادِ الجَوِّيَّةِ بُخارَ الماءِ في الجَوِّ أَهَمَّ مُكَوِّناتِهِ مُناخِيًّا ، لِأَنَّهُ يَحْتَبِسُ كَمِّيّاتِ الحَرارَةِ الهائِلَةِ المُنْبَعِثَةِ مِنَ البَرِّ والبَحْرِ . فَلَوْلاهُ لَكانَتْ حَرارَةُ طَبَقاتِ الجَوِّ العُلْيا تَتَبَدَّدُ في الفَضاءِ الخارِجِيِّ وَلانْخَفَضَتْ دَرَجَةُ حَرارَةِ كَوْكَبِنا بِحَيْثُ يَهْلِكُ كَثيرٌ مِنْ أَنْواعِ الحَياةِ فيهِ .

وَتَنْضَحُ النَّباتاتُ بُخارَ الماءِ رُطوبَةً عَبْرَ ثُغَيْراتِ أَوْراقِها . وَيُمْكِنُ تِبْيانُ هٰذا «النَّتْحِ» بِتَغْطِيَةِ نَبْتَةٍ مَنْزِلِيَّةٍ بِكيسٍ مِنَ البُوليثينِ مَحْمُولًا على قَصَبَتَيْنِ مُتَصالِبَتَيْنِ مَغْرُوزٍ طَرَفُ إحْداهُما في أَصيصِ النَّبْتَةِ . ضُمَّ أَسْفَلَ الكيسِ حَوْلَ الأَصيصِ بِرِباطٍ مَطّاطِيٍّ ثُمَّ ضَعِ النَّبْتَةَ في مَوْقِعٍ مُشْمِسٍ على عَتَبَةِ



الشُّبّاكِ لِمُدَّةِ يَوْمٍ أَوْ يَوْمَيْنِ وَراقِبْ ما يَحْصُلُ . إنَّ النِّقاطَ المُتَجَمِّعَةَ على السَّطْحِ الدّاخِلِيِّ لِلْكيسِ هِيَ مِنْ نَتْحِ النَّبْتَةِ .

المِرْطاب



عِنْدَما يَكونُ هَواءُ الجَوِّ مُشْبَعًا بِبُخارِ الماءِ نَقولُ إنَّهُ رَطْبٌ ، وإذا كانَتْ رُطوبَةُ الجَوِّ عالِيَةً نَشْعُرُ بِالمَلابِسِ تَلْتَصِقُ على أَجْسادِنا . ويَسْتَخْدِمُ عُلَماءُ الأَرْصادِ المِرْطابَ لِقِياسِ رُطوبَةِ الجَوِّ (النِّسْبِيَّةِ) . ويَسْتَدِلُّ بَعْضُ النّاسِ على مَدى رُطوبَةِ الجَوِّ بِمِقْدارِ التَّفَتُّحِ في كوزِ صَنَوْبَرٍ . كَما يَزْدادُ طولُ الشَّعْرِ البَشَرِيِّ بِتَزايُدِ الرُّطوبَةِ .

هَلْ بِمَقْدُورِكَ اخْتِبارُ أَثَرِ الرُّطوبَةِ في شَعْرَةٍ بَشَرِيَّةٍ ؟ لِلسُّهولَةِ ابْدَأْ بِشَعْرَةٍ مُبْتَلَّةٍ لا يَقِلُّ طولُها عَنْ عَشَرَةِ سَنْتيمِتْراتٍ .

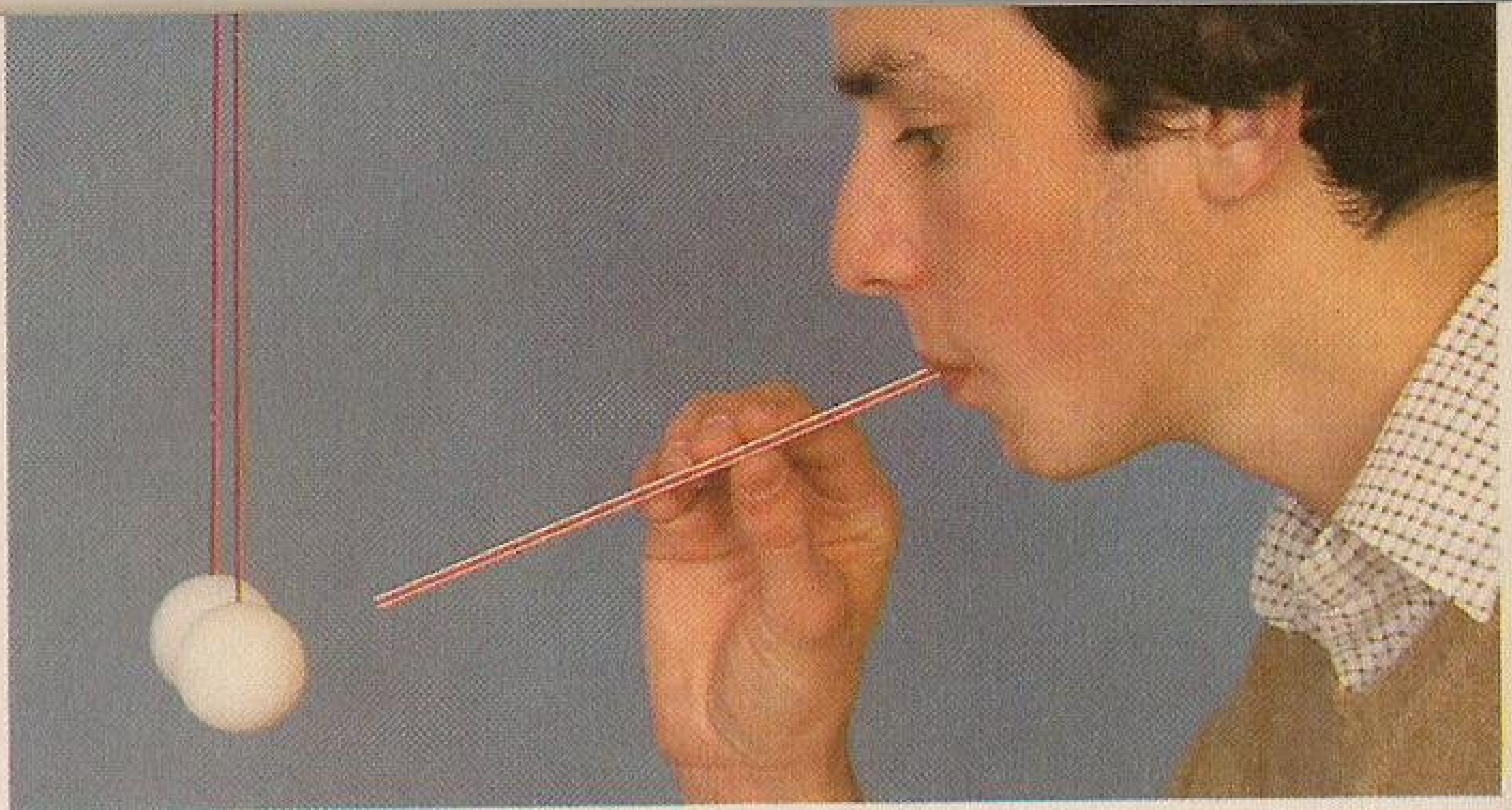


سِرْبٌ مِنَ الجَرادِ

حَرَكَةُ الهَواءِ

تَحْمِلُ الرِّيحُ أَصْنافًا مُتَنَوِّعَةً مِنَ الحَشَراتِ وصِغارِ العَناكِبِ مَسافاتٍ طَويلَةً. حَتّى الحَشَراتُ الثَّقيلَةُ الطَّيَرانِ كالأُرْقِ والجَرادِ تُسَخِّرُ الرِّيحَ في تَنَقُّلاتِها المُخَرِّبَةِ. والمَعْروفُ أَنَّ صِغارَ العَناكِبِ تَنْتَقِلُ مَسافاتٍ طَويلَةً مَعَ الرِّيحِ عَلى خَيْطٍ مِنْ شُعِّها الحَريرِيِّ. كَما تَنْتَشِرُ بُزورُ العَديدِ مِنَ النَّباتاتِ بالرِّيحِ فَتَغْزو مَناطِقَ جَديدَةً حَيْثُما الأَرْضُ خِصْبَةٌ. أَمّا حَرَكَةُ الرِّيحِ حَوْلَ جَناحَيِ الطّائِرِ فَضَرورِيَّةٌ لِطَيَرانِهِ وتَحْليقِهِ.

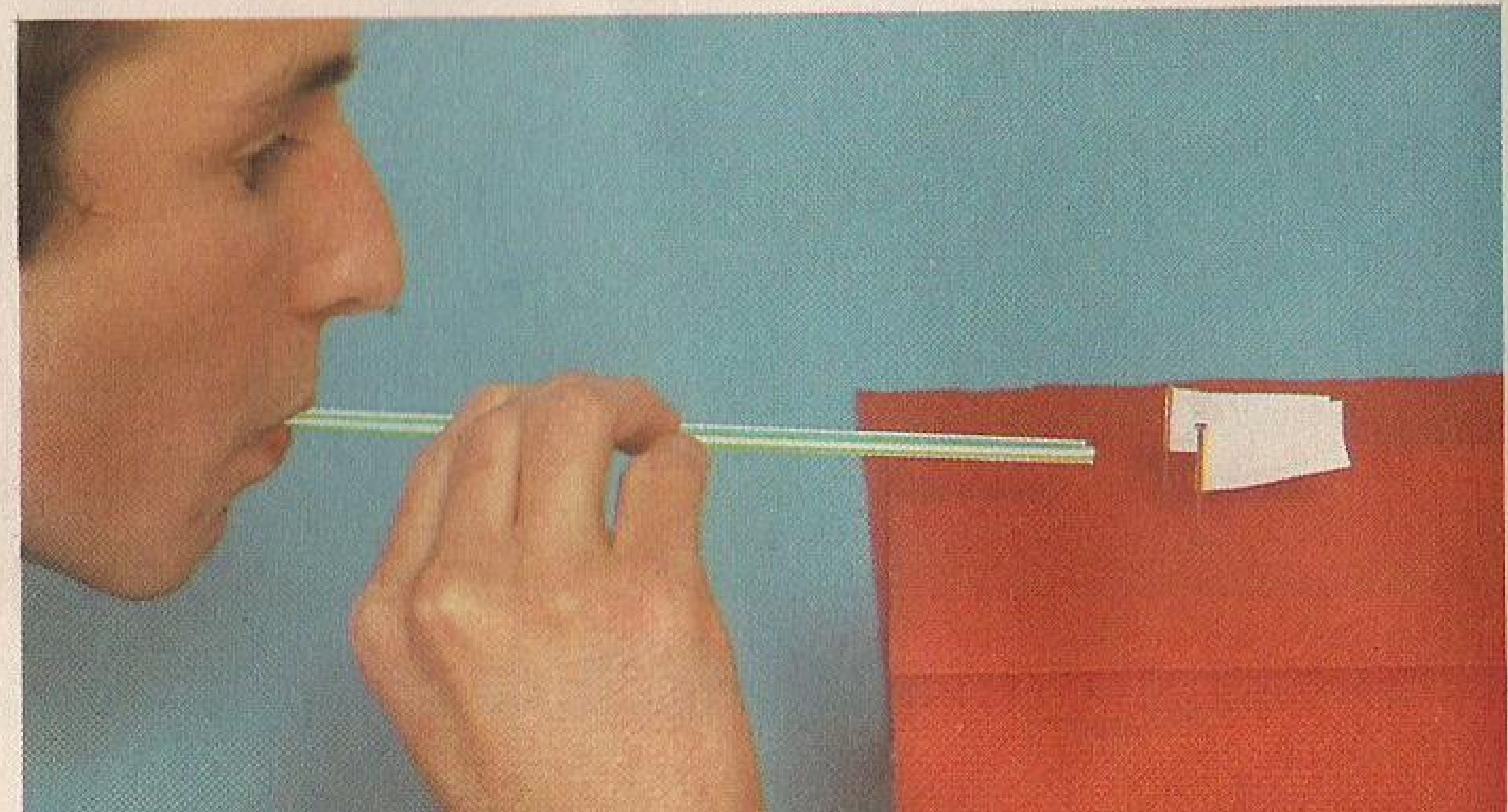
ولِدِراسَةِ الخَصائِصِ الطَّبيعِيَّةِ لِحَرَكَةِ الرِّيحِ، اثْقُبْ طابَتَيْ پِنْغ پونْغ وأَسْلِكْ في كُلٍّ مِنْهُما خَيْطًا قُطْنِيًّا رَفيعًا. عَلِّقِ الطّابَتَيْنِ مُتَباعِدَتَيْنِ حَوالَى ثَلاثَةِ سَنْتيمِتْراتٍ. أُنْفُخْ عَبْرَ المَسافَةِ بَيْنَ الطّابَتَيْنِ بِقَشَّةِ شُرْبٍ مُحاوِلًا إِبْعادَهُما؛ لِماذا تَقْتَرِبُ الطّابَتانِ بَدَلًا مِنْ أَنْ تَتَباعَدا؟



إِنَّ النَّفْخَ عَبْرَ الطّابَتَيْنِ يُوَلِّدُ تَيّارًا هَوائِيًّا جارِفًا يَنْتُجُ عَنْهُ انْخِفاضُ الضَّغْطِ بَيْنَ الطّابَتَيْنِ، فَتَقْتَرِبُ الطّابَتانِ بِتَأْثيرِ الضَّغْطِ الخارِجِيِّ الأَشَدِّ عَلَيْهِما.

ويُمْكِنُكَ اخْتِبارُ هٰذِهِ الظّاهِرَةِ الغَريبَةِ (وهِيَ قِلَّةُ ضَغْطِ الهَواءِ عِنْدَ ازْدِيادِ سُرْعَتِهِ) ثانِيَةً بِالتَّجْرِبَةِ المُمْتِعَةِ التّالِيَةِ.

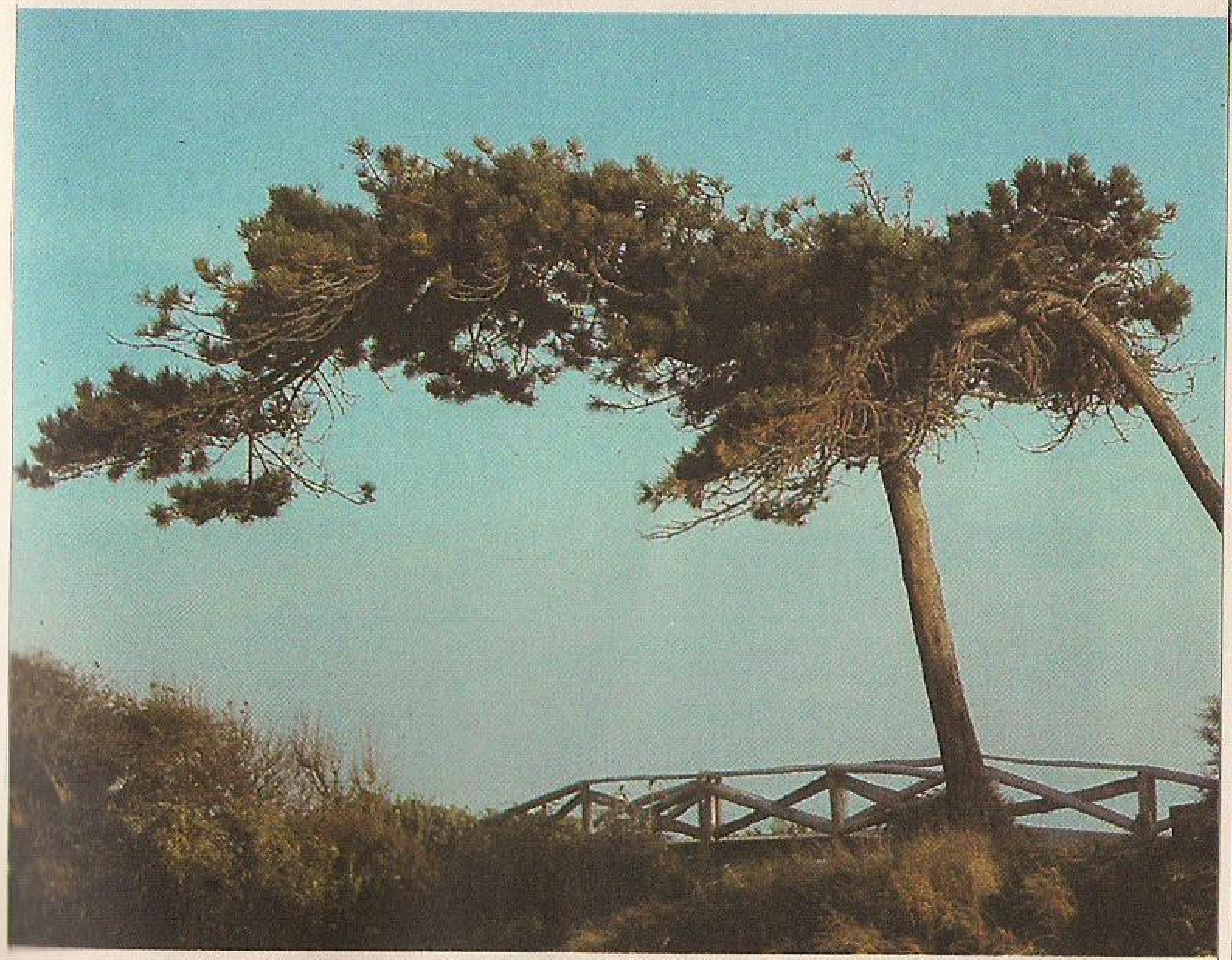
قُصَّ شَريحَتَيْ وَرَقٍ وَثَبِّتْ كُلًّا مِنْهُما في دَبّوسٍ كَعَلَمٍ، ثُمَّ اغْرِزِ الدَّبّوسَيْنِ والعَلَمَيْنِ فَوْقَ قِطْعَةِ فِلِّينٍ (أَوْ خَشَبٍ لَيِّنٍ) مُباعِدًا إِيّاهُما ثَلاثَةَ سَنْتيمِتْراتٍ. اِثْنِ العَلَمَيْنِ إلى الدّاخِلِ حَتّى يَكادَ ذَيْلاهُما يَتَماسّانِ. هَلْ بِإِمْكانِكَ فَصْلُ العَلَمَيْنِ واحِدِهِما عَنِ الآخَرِ بِالنَّفْخِ مِنْ قَشَّةِ الشُّرْبِ؟ ماذا يَحْدُثُ إِذا اسْتَخْدَمْتَ قَشَّتَيْ شُرْبٍ في عَمَلِيَّةِ النَّفْخِ؟ لِماذا؟



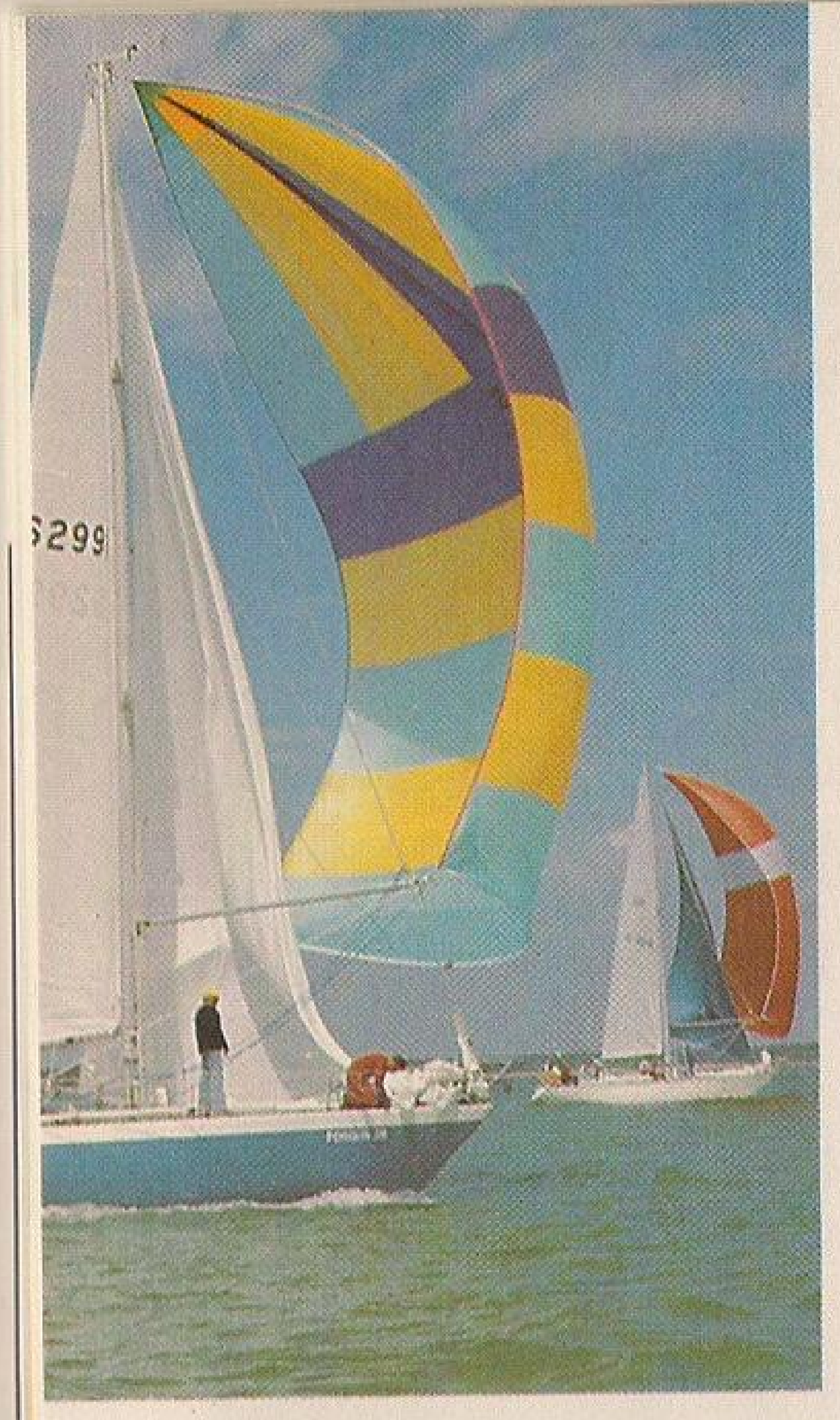
تَسْخيرُ قُدْرَةِ الرِّياح

طاقَةُ الرِّياحِ هائِلَةٌ تَشْهَدُ بِها الأَعاصيرُ العاتِيَةُ بِما تُحْدِثُهُ مِنْ دَمارٍ في الأَشْجارِ والمَباني وكَما تَدُلُّ عَلَيْها التَّغيُّراتُ الجِيُولوجِيَّةُ الَّتي أَحْدَثَها حَتُّ الرِّياحِ وما تَحْمِلُهُ مِنْ حُبَيْباتِ الرَّمْلِ في تَشْكيلِ سَطْحِ الأَرْضِ وجِبالِها وصُخورِها على مَدى الزَّمَن . وفي الأَرْجاءِ الصَّحْراوِيَّةِ (كالرَّبْعِ الخالي) تَعْمَلُ الرِّيحُ على نَقْلِ كُثْبانِ الرِّمالِ مِنْ مَكانٍ إلى آخَرَ فَيَضِلُّ المُهْتَدي بِها دَرْبَهُ .

وقَدْ عَمِلَ الإنْسانُ مُنْذُ القِدَمِ على تَسْخيرِ قُدْرَةِ الرِّياحِ في تَسْييرِ السُّفُنِ الشِّراعِيَّةِ وفي تَدْويرِ طاحونَةِ الهَواءِ لِطَحْنِ الغِلالِ أَوْ رَفْعِ المِياهِ وحَديثًا لِتَدْويرِ الآلاتِ وتَوْليدِ الكَهْرَباء .



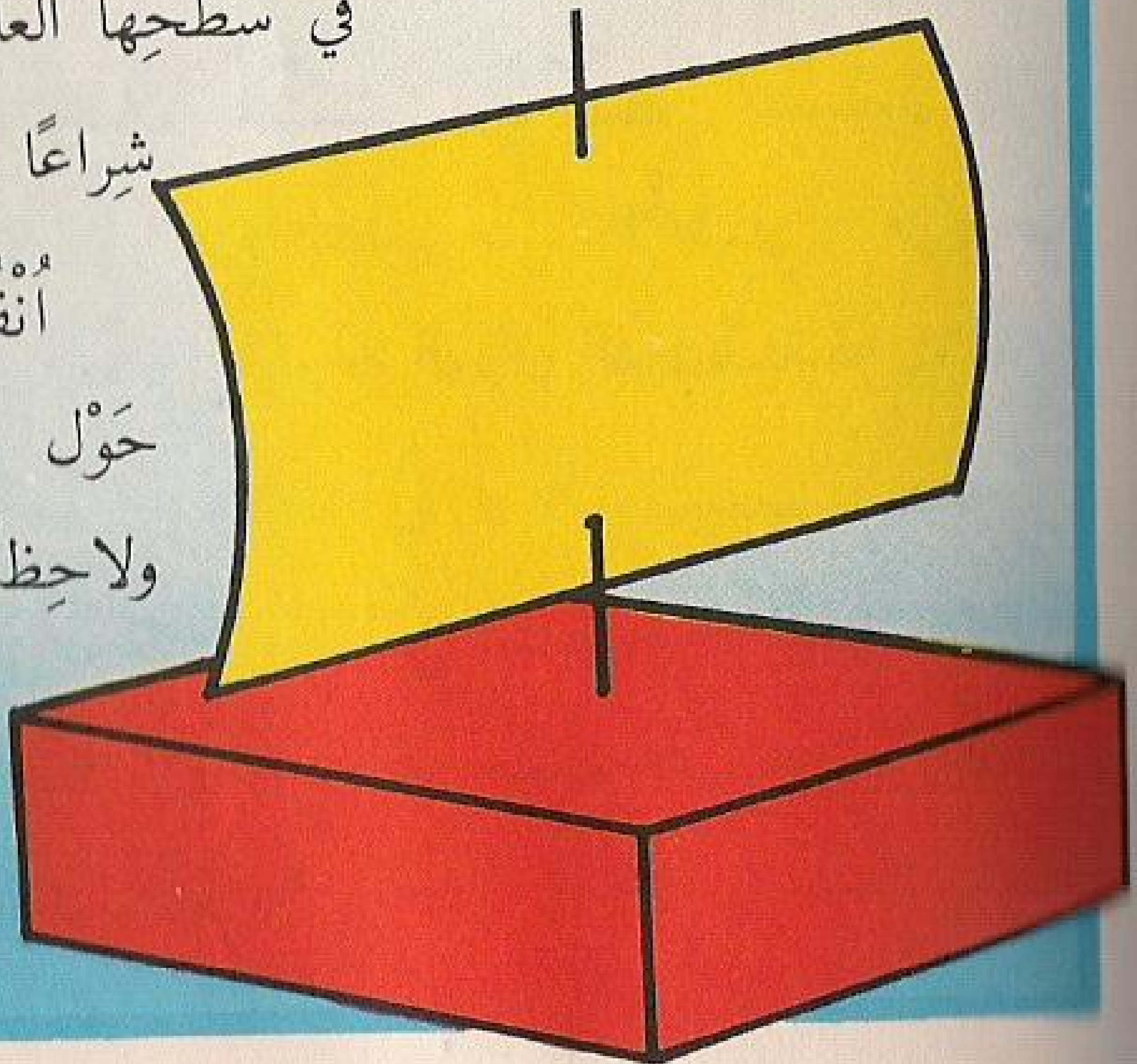
أَشْجارٌ تَشَوَّهَتْ بِفِعْلِ الرِّياحِ السّائِدَةِ المُسْتَمِرَّة



وقَدْ أَتْقَنَ الإنْسانُ فَنَّ المِلاحَةِ الشِّراعِيَّةِ عَبْرَ العُصورِ ، فَطَوَّرَ الشِّراعَ البَسيطَ الَّذي كانَ يَدْفَعُ السَّفينَةَ بِاتِّجاهِ الرِّيحِ فَقَطْ إلى نِظامِ أَشْرِعَةٍ يُمَكِّنُها مِنْ تَسْخيرِ الرِّياحِ لِلانْطِلاقِ حَيْثُما يَرْغَبُ الرُّبّانُ . فَصارَتِ السُّفُنُ الشِّراعِيَّةُ قَبْلَ البُخارِيَّةِ تَجوبُ آفاقَ البِحارِ بَيْنَ القارّات .

كَيْفَ تَصْنَعُ زَوْرَقًا شِراعِيًّا مِنْ عُلْبَةِ ثِقاب

خُذْ عُلْبَةَ ثِقابٍ فارِغَةً قَوِيَّةً ، وثَبِّتْ في سَطْحِها العُلْوِيِّ بِواسِطَةِ دَبّوسٍ طَويلٍ شِراعًا مُناسِبًا مِنَ الوَرَق .



أُنْفُخْ في اتِّجاهاتٍ مُتَبايِنَةٍ حَوْلَ الشِّراعِ عَبْرَ قَشَّةِ شُرْبٍ ولاحِظْ أَثَرَ ذَلِكَ في انطِلاقِ الزَّوْرَقِ. عَيِّنِ اتِّجاهَ الرِّيحِ الأَفْضَلَ لانْطِلاقِ الزَّوْرَق .

الأَطْباقُ الطّائِرَةُ (الطَّيّاراتُ الوَرَقِيَّةُ)

تَطْييرُ الأَطْباقِ في الحَدائِقِ العامَّةِ والحُقولِ رِياضَةٌ مُحَبَّبَةٌ وتَسْلِيَةٌ مُمْتِعَةٌ في الطَّقْسِ الدّافِئِ المُناسِبِ في مُخْتَلِفِ أَنْحاءِ العالَمِ . وبِإمْكانِكَ صُنْعُ طَبَقٍ بَسيطٍ بِاتِّباعِ التَّصْميمِ الوارِدِ في فاتِحَةِ الكِتابِ .

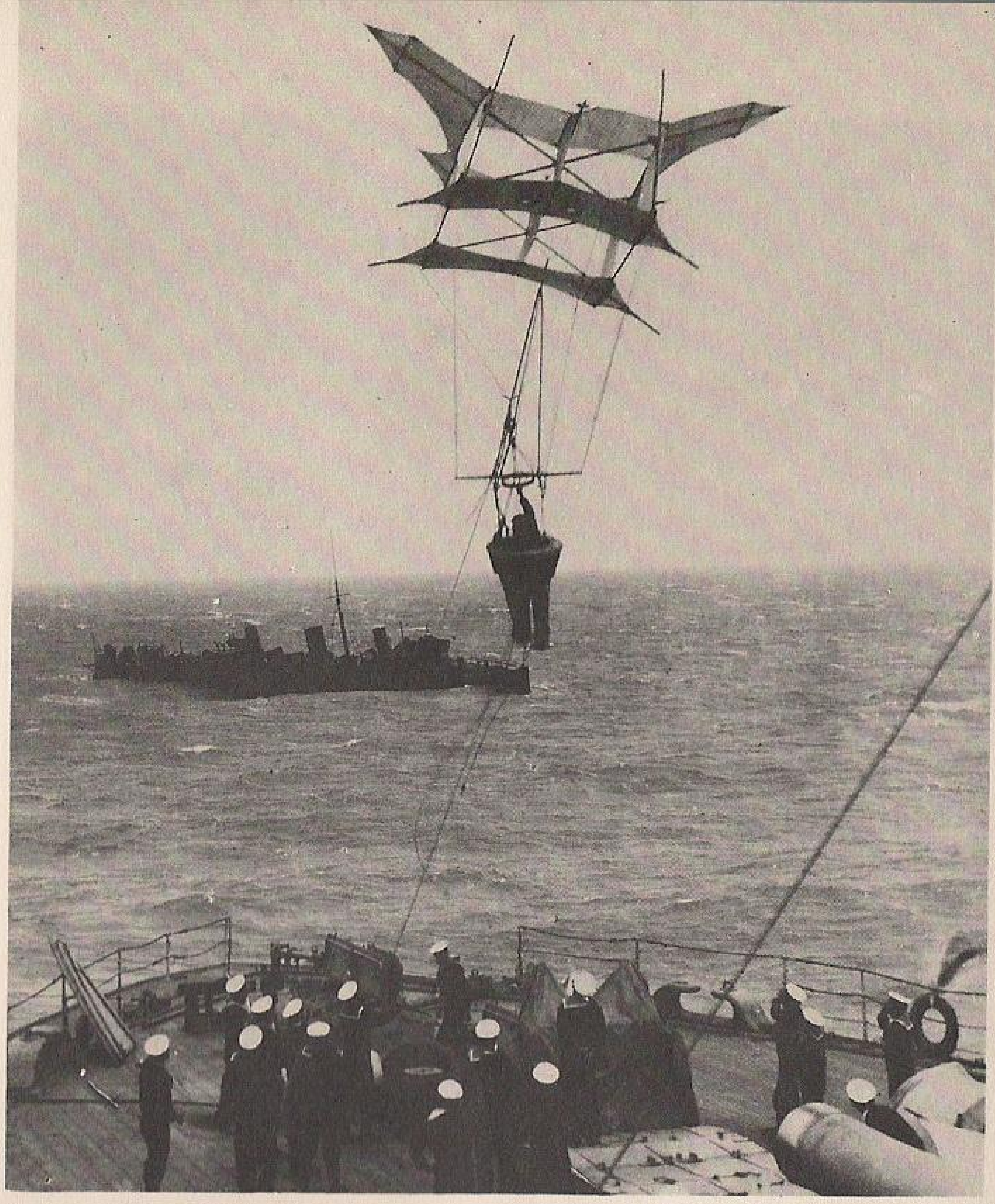
ولِلأَطْباقِ الطّائِرَةِ تاريخٌ حافِلٌ ولَوْ أَنَّ مُخْتَرِعَ الطَّيّارَةِ الوَرَقِيَّةِ الأُولى غَيْرُ مَعْروفٍ . ويَبْدو أَنَّ تَطْييرَ هٰذِهِ الأَطْباقِ بَدَأَ في كوريا واليابانِ والصِّينِ



أَطْباقٌ طائِرَةٌ صينِيَّةٌ

بِتَصاميمَ تَراوَحَتْ بَيْنَ البَسيطِ والبالِغِ التَّنْميقِ . ويُخَصِّصُ الصِّينِيّونَ اليَوْمَ التّاسِعَ مِنَ الشَّهْرِ التّاسِعِ في كُلِّ عامٍ لِتَطْييرِ هٰذِهِ الأَطْباقِ ، فتَزْدَحِمُ السَّماءُ في ذٰلِكَ اليَوْمِ بِالأَطْباقِ الطّائِرَةِ البارِعَةِ الجَمالِ المُصَمَّمَةِ على شَكْلِ طَيْرٍ أَوْ سَمَكَةٍ أَوْ تِنّينٍ .

ويُرْوى عَنْ قائِدٍ كوريٍّ أَنَّهُ كانَ أَوَّلَ مَنِ اسْتَخْدَمَ الأَطْباقَ الطّائِرَةَ لِأَغْراضٍ عَمَلِيَّةٍ حينَ رَبَطَ حَبْلًا إلى ذَيْلِ طَبَقٍ ضَخْمٍ عَبَرَ بِهِ نَهْرًا فكانَ الأَساسَ لِبِناءِ جِسْرٍ فَوْقَ ذٰلِكَ النَّهْرِ .



طَبَقٌ طائِرٌ يَحْمِلُ إنْسانًا (مِنْ تَصْميمِ كودي)

وفي العامِ ١٧٥٢ أَجْرى بِنْجامين فرانكلين تَجْرِبَتَهُ المَشْهورَةَ بِطَيّارَةٍ وَرَقِيَّةٍ في أَثْناءِ عاصِفَةٍ رَعْدِيَّةٍ فأَثْبَتَ بِالتَّجْرِبَةِ الصِّلَةَ بَيْنَ البَرْقِ والكَهْرباءِ .

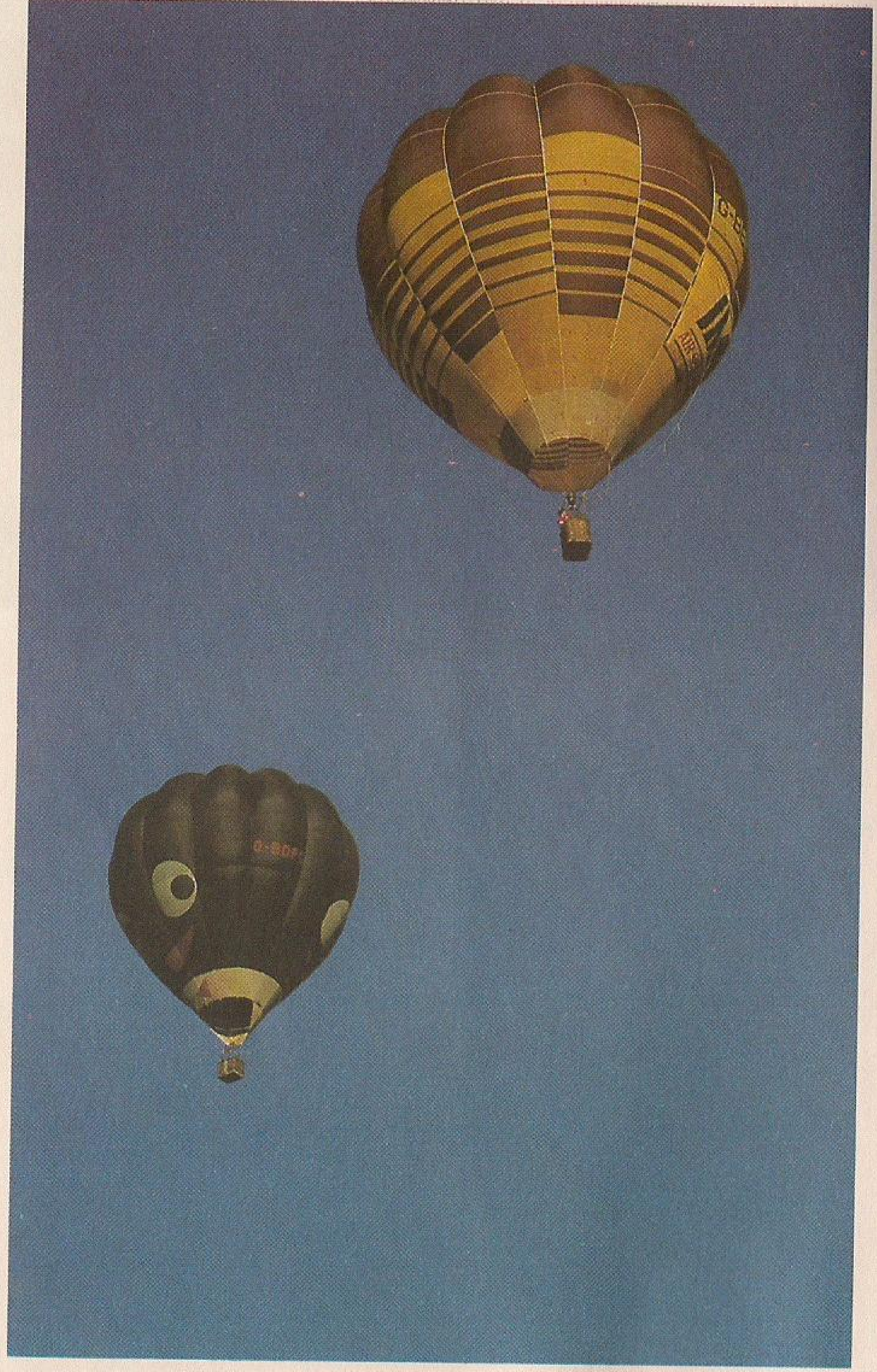
وقَدِ اسْتُخْدِمَتِ الأَطْباقُ الطّائِرَةُ في حَمْلِ مُعَدّاتٍ لِرَصْدِ الجَوِّ عامَ ١٨٤٧ في مَرْصَدِ كيو جنوبِيَّ لَنْدَن ، كَما اسْتُخْدِمَتْ لِلتَّصْويرِ الجَوِّيِّ عامَ ١٩٠١ . وصَنَعَ صَموئيل كودي أَطْباقًا طائِرَةً ضَخْمَةً تَقْدِرُ على حَمْلِ إنْسانٍ ظَلَّتْ في خِدْمَةِ الجَيْشِ البريطانِيِّ حَتّى حَلَّتْ مَكانَها الطّائِراتُ .

مَناطيدُ الهَواءِ السّاخِنِ

عِنْدَما يَسْخُنُ الهَواءُ يَتَمَدَّدُ فَتَقِلُّ كَثافَتُهُ. وإذا مُلِئَ بالونٌ أَوْ مُنْطادٌ بالهَواءِ السّاخِنِ فإنَّهُ يَرْتَفِعُ في الجَوِّ (لأَنَّهُ كَجِسْمٍ مَغْمورٍ يُدْفَعُ بِوَزْنِ حَجْمِهِ مِنَ الهَواءِ المَحيطِ). وحينَ يَصِلُ البالونُ إلى حَيْثُ يَخِفُّ الهَواءُ يَتَوَقَّفُ عَنِ الارْتِفاعِ ثُمَّ يَهْبِطُ حيْنَ يَبْرُدُ الهَواءُ بداخِلِهِ. ويَحْمِلُ مُنْطادُ الهَواءِ السّاخِنِ الكَبيرُ كِنَّةً أَوْ سَلَّةً يَجْلِسُ فِيها رَجُلٌ مُزَوَّدٌ بِمَوْقِدٍ لِمُداوَمَةِ تَسْخينِ الهَواءِ. ويُضْبَطُ الارْتِفاعُ بِقَذْفِ الصّابورَةِ (الحِمْلِ الزّائِدِ) وتَقْليلِ وَزْنِ المُنْطادِ. أَمّا إذا رَغِبَ المُنْطادِيُّ في الهُبوطِ فإنَّهُ يُطْلِقُ بَعْضًا مِنْ هَواءِ المُنْطادِ فَيَهْبِطُ بِبُطْءٍ وهَوادَةٍ.

وكانَ الفَرَنْسِيُّ پيلاتر دي روزْييه أَوَّلَ مَنْ حَلَّقَ في مُنْطادٍ مِنْ هٰذا النَّوْعِ عامَ ١٧٨٣ فَقَطَعَ بِهِ ٩ كيلومِتْراتٍ. وازْدادَ الإقْبالُ عَلى رِياضَةِ المَناطيدِ وتَزايَدَ ارْتِفاعُ التَّحْليقِ بِتَزايُدِ خِبْرَةِ المُنْطادِيّينَ وثِقَتِهِمْ. فَصَعِدَ السّويسْرِيُّ أوغُسْت پيكار إلى ارْتِفاعِ ١٦ كيلومِتْرًا عامَ ١٩٣٢ وتَلاهُ أَمريكِيّانِ عامَ ١٩٣٥ فَبَلَغا ارْتِفاعًا زادَ عَلى ٢٣ كيلومِتْرًا.

أَمّا البالوناتُ الَّتي لا تَحْمِلُ بَشَرًا فَتَصْعَدُ إلى مَدًى أَبْعَدَ حامِلَةً مُعَدّاتٍ لِرَصْدِ الأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ وجَمْعِ المَعْلوماتِ عَنِ الحِزامِ الغازِيِّ حَوْلَ الأَرْضِ. وحينَ تَبْلُغُ طَبَقاتِ الجَوِّ المُخَلْخَلَةَ تَنْفَجِرُ وتَسْقُطُ المُعَدّاتُ في مِظَلّاتِ هُبوطٍ حَيْثُ يَجْمَعُها العُلَماءُ لِيَتَدارَسوا ما سَجَّلَتْهُ لَهُم المُعَدّاتُ مِنْ مَعْلوماتٍ.



مُنْطادا هَواءٍ ساخِنٍ مَأْهولانِ (يَحْمِلانِ بَشَرًا)



مُنطادٌ مِنْ صُنعٍ بريطانيٍّ عَمِلَ كَسفينةٍ هَوائيّةٍ وتحطَّمَ في طَريقِهِ إلى الهِندِ عام ١٩٢٩.

السُّفُنُ الهَوائيَّةُ

تَتألَّفُ السَّفينةُ الهَوائيَّةُ مِنْ مُنْطادٍ مُتطاولٍ مُعبًّا بِغازٍ أخفَّ مِنَ الهَواءِ، وهِيَ مُجهَّزةٌ بِمَراوِحِ دَسْرٍ ومَضابِطَ تُمكِّنُها مِنَ السَّيرِ في الاتِّجاهِ المَطْلوبِ في أثْناءِ التَّحْليقِ. وهِيَ بِذلِكَ تَتميَّزُ عَنِ المُنْطادِ البالونيِّ الَّذي يَقْتَصِرُ تَحرُّكُهُ عَلى عَمَليّاتِ الصعودِ والهُبوطِ والسَّيْرِ أُفُقيًّا بِدَفْعِ الرِّياحِ. وكانَ الفَرَنسِيُّ هِنْري جيفار (١٨٢٥ – ١٨٨٢) والألمانيُّ فِرديناند ڤون زِپْلِن رائِدَيْنِ في تَصْميمِ السُّفُنِ الهَوائيَّةِ القادِرَةِ عَلى المُناوَرةِ في شَتّى الاتِّجاهاتِ. وقَدِ اسْتُخْدِمَتْ هٰذِهِ السُّفُنُ في الحَرْبِ العالَميَّةِ الأولى في غاراتٍ عَلى مَواقِعَ في إنْكِلترا وفَرَنْسا، كَما اسْتُخْدِمَتْ في الحَرْبِ العالَميَّةِ الثّانِيَةِ لِرَصْدِ الغَوّاصاتِ في المُحيطاتِ ومُكافَحَتِها.

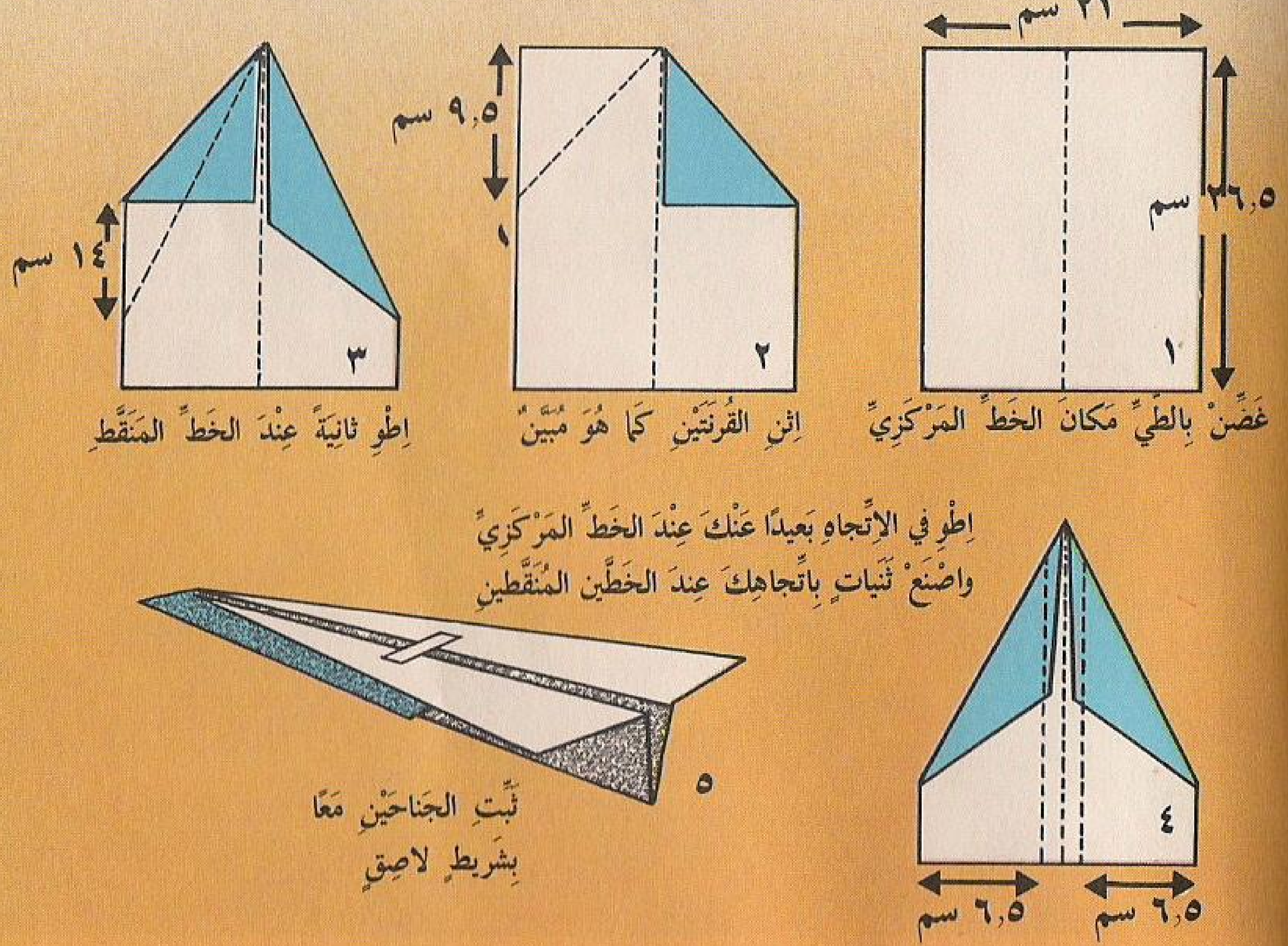
وقَدْ عادَ الاهْتِمامُ مُجَدَّدًا بِهٰذِهِ السُّفُنِ فَأَصْبَحَتْ تُسْتَخْدَمُ حالِيًّا في بَعْضِ الأَغْراضِ الخاصَّةِ كَعَمَليّاتِ التَّصْويرِ التِّلِفِزْيونيِّ.

الطّائِراتُ الشِّراعيَّةُ

تَخلو مُعْظَمُ الطّائِراتِ الشِّراعيَّةِ مِنَ المُحرِّكاتِ. وهِيَ تَعْتَمِدُ في طَيَرانِها وحَرَكَتِها عَلى التَّيّاراتِ الهَوائيَّةِ.

أَدْخِلْ شَريحَةَ وَرَقٍ ضَيِّقَةً تَحْتَ غِلافِ كِتابٍ ثُمَّ انْفُخْ أُفُقيًّا فَوْقَ سَطْحِ الكِتابِ بِاتِّجاهِ الوَرَقَةِ، ولاحِظْ ما يَحْدُثُ. إنَّ انْخِفاضَ الضَّغْطِ فَوْقَ الشَّريحَةِ يَجْعَلُها تَرْتَفِعُ بِفِعْلِ الضَّغْطِ الأَعْلى أَسْفَلَها (انْظُرْ ص ٣٩). وهٰذا الرَّفْعُ هُوَ الَّذي يَحْمِلُ الطّائِرَةَ في أَثْناءِ طَيَرانِها. ولَعَلَّكَ لاحَظْتَ انسيابَ الصُّقورِ الرَّشيقَ عَبْرَ الأَجْواءِ ناشِرَةً أَجْنِحَتَها دونَ رَفْرَفَةٍ مُعْتَمِدَةً في تَحْليقِها عَلى قُوَّةِ الرَّفْعِ هٰذِهِ.

والطّائِراتُ الشِّراعيَّةُ الوَرَقيَّةُ تَعْمَلُ بِالمَبْدَأِ ذاتِهِ، اِصْنَعْ واحِدَةً.



الهواءُ المُلَوَّثُ

في المئةِ السَّنَةِ الأخيرةِ أضافَ الإنسانُ إلى الهواءِ موادَّ تلويثٍ مُتعدِّدَةً. في كُلِّ يومٍ تَقْذِفُ مداخِنُ المصانعِ والمُحرِّكاتِ والسَّيّاراتِ غازاتِها السّامَّةَ فتُلوِّثُ الهواءَ الَّذي نتنفَّسُهُ. ويُقدَّرُ وزنُ الموادِّ المُلَوِّثَةِ الَّتي تُضيفُها إحدى الدُّولِ الصِّناعيَّةِ الكُبْرى إلى الجوِّ سنويًّا بـ ١٥٠٠٠٠٠٠٠ طُنٍّ. ويُذْكَرُ أنَّ الضَّبابَ الدُّخانيَّ الَّذي لَفَّ مدينةَ لَنْدَن عامَ ١٩٥٢ أدّى إلى وفاةِ ٤٠٠٠ شخصٍ بعوارِضَ رئويَّةٍ.



وبالإضافةِ إلى الغازاتِ الضّارَّةِ يحوي الهواءُ دقائقَ الغُبارِ وحُبَيْباتِ الطَّلْعِ وأبْواغَ الفُطْرِ وبُزورَ النَّباتاتِ الدَّقيقةَ. حتّى الهواءُ النَّقيُّ لا يخلو مِنْ هٰذِهِ المُلَوِّثاتِ. ولِبَيانِ ذٰلِكَ ضَعْ ورقةً نسيجيَّةً ناعِمَةً في صَحْنٍ وعرِّضْها لِلْمَطَرِ حتّى تَبْتَلَّ ثُمَّ ضَعْها (وصَحْنَها) على عتبةِ الشُّبّاكِ وأَضِفْ إليْها بِضْعَ نُقاطٍ مِنْ سائلٍ مُخْصِبٍ. بَعْدَ بِضْعَةِ أيّامٍ ستجدُ نَماءً طُحْلُبيًّا يُغشّي عِدَّةَ أجزاءٍ مِنَ الورقةِ. إنَّ المطرَ الَّذي يَغْسِلُ الهواءَ مِنْ ملايينِ الطَّحالِبِ الدَّقيقةِ قَدْ حَمَلَ إلى ورقتِكَ بعضَ هٰذِهِ الطَّحالِبِ.



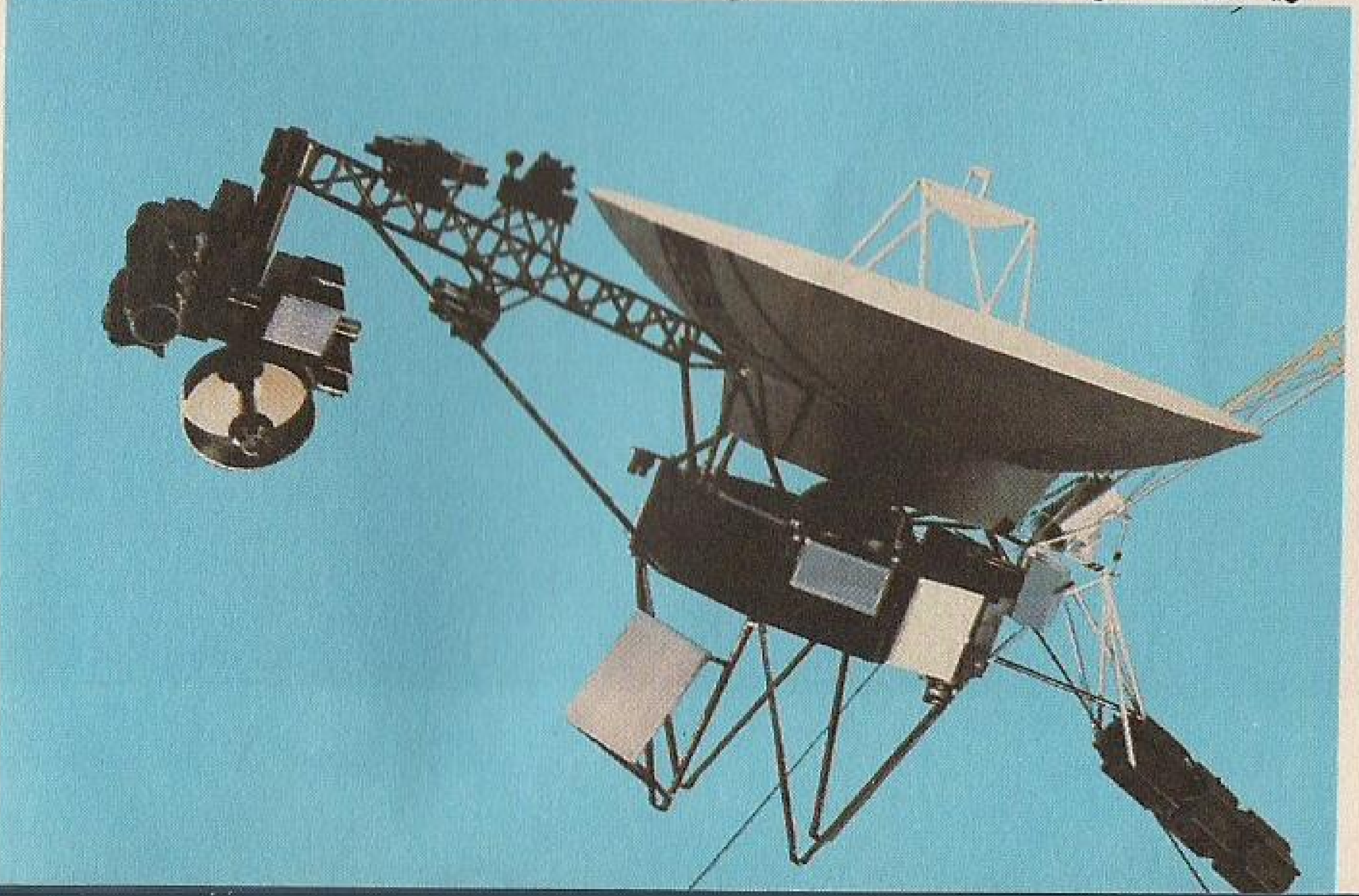
طَحالِبُ تحتَ المِجْهَرِ الإلكترونيِّ

انْعِدامُ الهواءِ

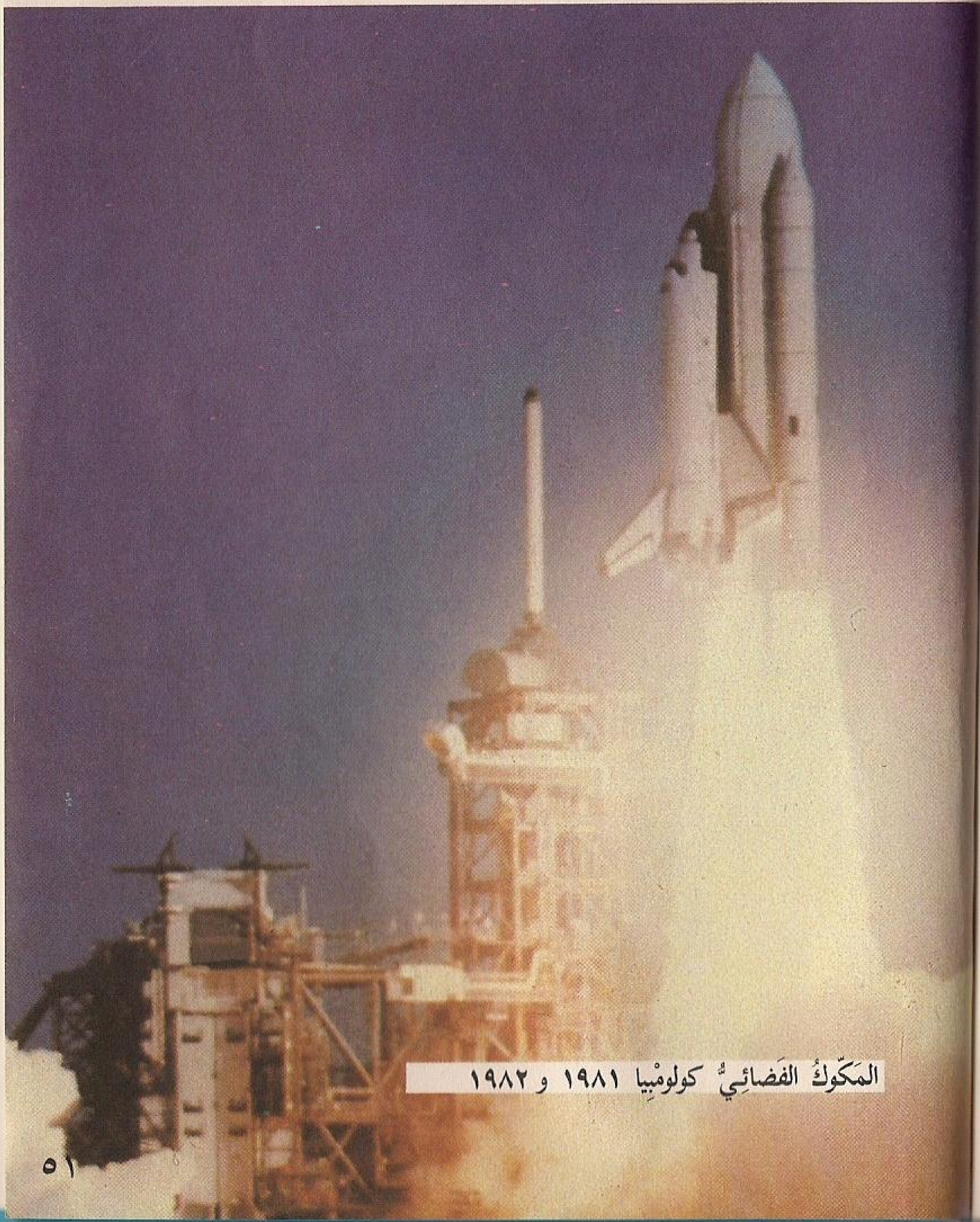
بَدْءًا بِالأَطْباقِ الطّائِرَةِ ومَناطيدِ الهَواءِ السّاخِنِ والطّائِراتِ الشِّراعِيَّةِ عَرَفَ الإِنْسانُ مَشاكِلَ الطَّيَرانِ مِنْ حَيْثُ الرَّفْعُ ومُقاوَمَةُ الهَواءِ ، فَصَمَّمَ الطّائِرَةَ بِأَشْكالِها المُتَنَوِّعَةِ المِرْوَحِيَّةِ والنَّفّاثَةِ . لٰكِنَّ مَجالَ الطَّيَرانِ بِالطّائِراتِ مَحْدودٌ في طَبَقاتِ الجَوِّ العُلْيا حَيْثُ يَخِفُّ الهَواءُ فلا يَعودُ كافِيًا لِاحْتِراقِ الوَقودِ ولا لِإِعْطاءِ الرَّفْعِ اللّازِمِ . والطَّيَرانُ الصّاروخِيُّ يَتَجاوَزُ هٰذِهِ المُشْكِلَةَ .

والصّاروخُ شَبيهٌ بِالطّائِرَةِ النَّفّاثَةِ مِنْ حَيْثُ إِنَّ كِلَيْهِما يَنْفِثُ الغازاتِ السّاخِنَةَ بِعُنْفٍ مِنْ مُؤَخَّرَتِهِ فَيَنْدَفِعُ أَمامًا بِرَدِّ الفِعْلِ النّاتِجِ . ويَتَمَيَّزُ الصّاروخُ بِأَنَّهُ يَحْمِلُ حاجَتَهُ مِنَ الأُكْسِجينِ أَيْضًا فَيُمْكِنُهُ بِذٰلِكَ إِحْراقُ وَقودِهِ خارِجَ جَوِّ الأَرْضِ . وتُسْتَخْدَمُ الصَّواريخُ حالِيًّا لِحَمْلِ السُّفُنِ الفَضائِيَّةِ إلى الفَضاءِ الخارِجِيِّ ، وهٰكَذا غَزا الإِنْسانُ القَمَرَ بِسُفُنٍ مَأْهولَةٍ (وَغَيْرِ مَأْهولَةٍ) وبَعَثَ إلى الكَواكِبِ بِسُفُنٍ غَيْرِ مَأْهولَةٍ نَقَلَتْ إِلَيْهِ مُعَدّاتُها الرّادِيَّةُ والتِّلِفِزْيونِيَّةُ مَعْلوماتٍ عَنْ تِلْكَ الكَواكِبِ وظُروفِها المُناخِيَّةِ .

ڤوياجير – عَرَبَةٌ فَضائِيَّةٌ غَيْرُ مَأْهولَةٍ



الهَواءُ مادَّةٌ رائِعَةٌ بِالرُّغْمِ مِنْ أَنّا لا نَسْتَطيعُ رُؤْيَتَهُ ولا شَمَّهُ . فَنَحْنُ نَعْتَمِدُ عَلَيْهِ قِوامَ حَياةٍ في تَنَفُّسِنا كَما في عِدَّةِ مَجالاتٍ مُهِمَّةٍ أُخْرى . وَقَدْ تَعَرَّفْنا إلى بَعْضِ خَصائِصِ الهَواءِ الأَساسِيَّةِ في التَّجارِبِ الَّتي أَجْرَيْناها .



المَكّوكُ الفَضائِيُّ كولومْبيا ١٩٨١ و ١٩٨٢

الفِهْرِسُ